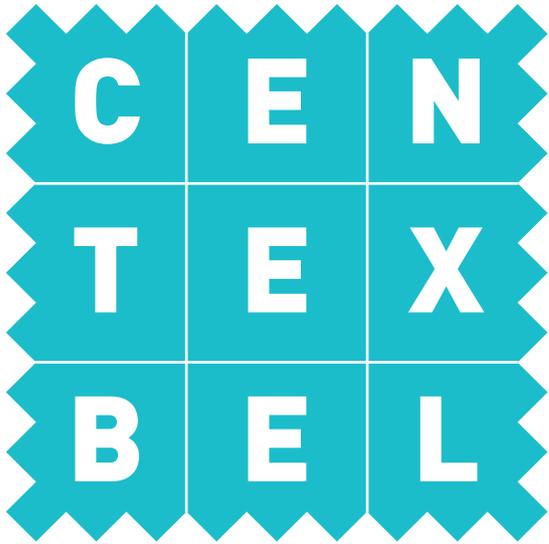


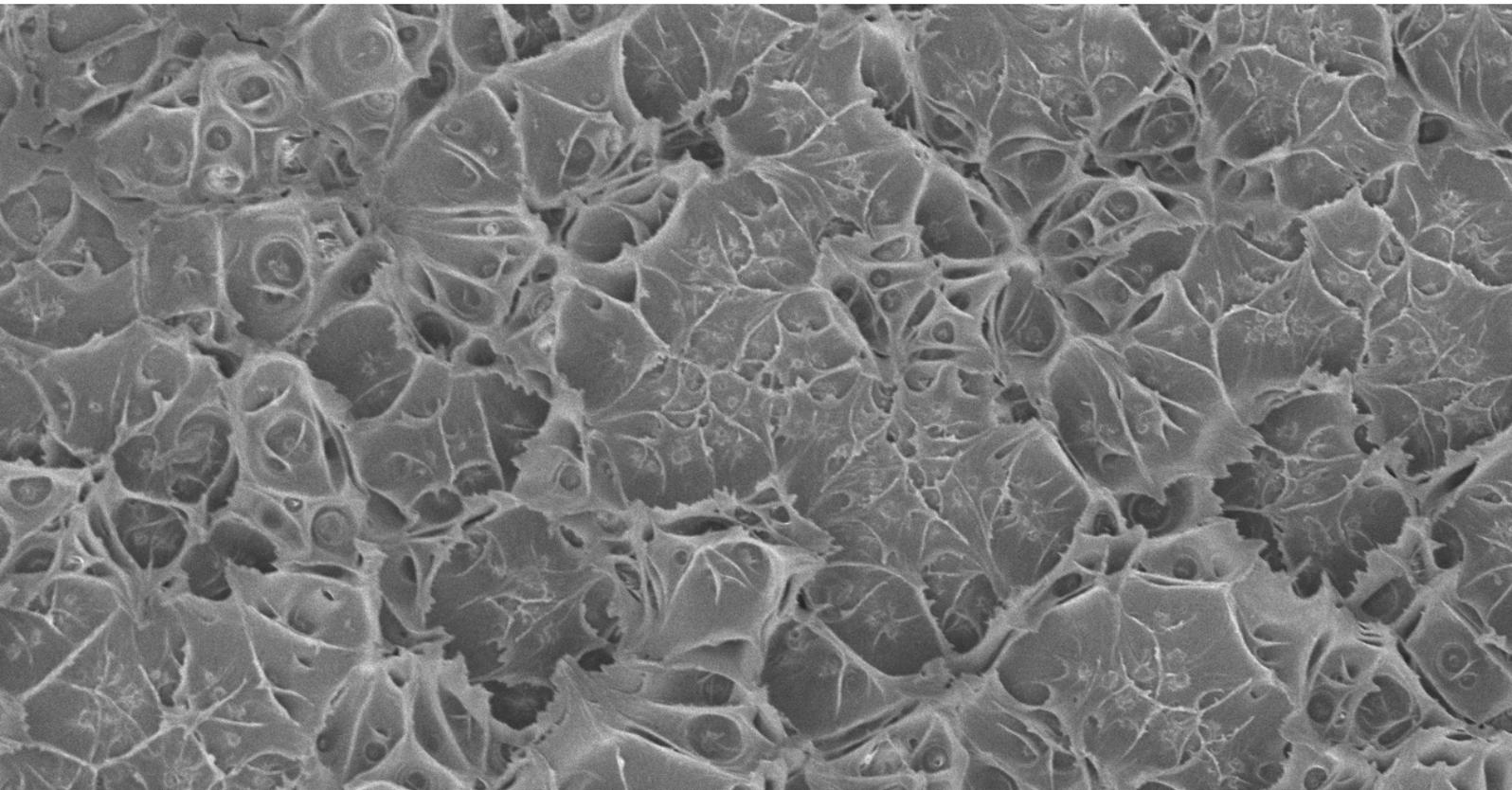
# INFO

Nieuwsbrief voor de textiel- en kunststofverwerkende industrie | Newsletter pour l'industrie textile et plasturgique



## Comportement au feu & Retardateurs de flammes

recherche - analyses - consultance





Verantwoordelijke uitgever | Éditeur responsable: Jan Laperre, directeur generaal

Redactiecomité | Comité de rédaction: Jan Laperre, Stijn Devaere, Eline Robin

Tekstredactie en lay-out | Rédaction et mise en pages: Eline Robin

Fotografie | Photographie: Marc Van Hove

© Centexbel-VKC 2018

**Disclaimer:**

Centexbel-VKC streeft naar correcte en actuele informatie, maar kan niet garanderen dat de informatie juist is op het moment waarop zij wordt ontvangen, of dat de informatie na verloop van tijd nog steeds juist is. Daarom kunt u aan de informatie op deze pagina's geen rechten ontleen en aanvaardt Centexbel-VKC geen aansprakelijkheid voor schade als gevolg van onjuistheden en/of gedateerde informatie.

Centexbel-VKC vise à vous fournir des informations correctes et actuelles mais ne peut nullement garantir que ces informations le soient toujours au moment où elles sont réceptionnées ni ultérieurement. Vous ne pouvez dès lors revendiquer vos droits sur ces pages et Centexbel-VKC ne peut être tenu responsable des dommages subis à cause d'informations imprécises et/ou obsolètes.

## CENTEXBEL-VKC

GENT | Technologiepark 7 | BE-9052 Gent | Belgium | +32(0)9 220 41 51 | [gent@centexbel.be](mailto:gent@centexbel.be)

KORTRIJK | E. Sabbelaan 49 | BE-8500 Kortrijk | Belgium | +32(0)56 29 27 00 | [info@vkc.be](mailto:info@vkc.be)

GRÂCE-HOLLOGNE | Rue du Travail 5 | BE-4460 Grâce-Hollogne | Belgium | +32(0)4 296 82 00 | [g-h@centexbel.be](mailto:g-h@centexbel.be)

[www.centexbel.be](http://www.centexbel.be)

# En quête de retardateurs de flammes performants sans risque pour la santé humaine et pour l'environnement

La recherche dans le domaine des textiles et des matières plastiques est de plus en plus fréquemment dirigée par des changements législatifs (lire des exigences toujours plus sévères en matière de sécurité, santé humaine et environnement), notamment par exemple, le règlement REACH qui refrène l'utilisation de substances chimiques dangereuses. Dès l'entrée en vigueur de REACH, Centexbel a décidé d'assurer le suivi minutieux des substances chimiques (dont notamment les retardateurs de flammes) qui sont appliquées au sein de la production textile et de la transformation plasturgique. Nous informons dès lors les entreprises de toutes les modifications qui sont entrées en application ou le seront à l'avenir. Le cas échéant, nous recherchons et testons des produits alternatifs, qui répondent tant aux exigences écologiques et toxicologiques qu'aux exigences en matière de sécurité incendie par exemple (telles que définies notamment dans le règlement produits de construction).

## Les produits anti-feu, une nécessité absolue

En raison de grand nombre de victimes et de dégâts causés par les incendies, il est logique que les normes dédiées au comportement anti-feu et à l'inflammabilité des produits deviennent toujours plus sévères. Chaque année, 6 à 24 millions d'incendies se déclarent aux quatre coins du monde. Ils font près de 100.000 victimes. En 1975, le délai moyen entre le début d'un incendie et l'instant dit d'embrasement généralisé où l'incendie n'est plus contrôlable (ce que l'on appelle le "flash over") s'élevait encore à 17 minutes. Surtout en raison de la présence de quantités toujours plus grandes de matériaux inflammables, le délai pour s'échapper du brasier, n'est plus que de 3 à 6 minutes. Il est donc absolument essentiel de doter les matières plastiques et les textiles de retardateurs de flammes pour éviter qu'ils ne s'enflamment rapidement. Dans le cas où l'incendie devait se déclarer malgré tout, les retardateurs de flammes retardent la propagation des flammes. Toutefois, l'ajout de retardateurs de flammes ne peut présenter aucun impact négatif sur l'aptitude à la transformation et sur les propriétés du matériau (flexibilité, résistance, douceur, aspect, etc.).

## Les retardateurs de flammes écologiques, un besoin à combler

Les retardateurs de flammes utilisés couramment sont quant à eux fortement refrénés (et à juste titre) pour des raisons écologiques et toxicologiques. Les réglementations européennes, notamment REACH et CLP, interdisent l'application de certains retardateurs de flammes dans certaines applications ou certains marchés spécifiques. De la part du consommateur également, émane la demande de plus en plus pressante de matériaux et produits écologiques, ce qui se reflète dans les exigences de plusieurs ecolabels (EU Ecoflower, OEKO-TEX®). Ceci oblige les producteurs et les fournisseurs de produits chimiques à rechercher des alternatives écologiques dotées de propriétés ignifugeantes identiques à celles des produits à remplacer.

## Projets de recherche axés sur les retardateurs de flammes alternatifs

Au cours du projet **FR4Tex**<sup>1</sup> nous avons étudié les performances techniques de retardateurs de flammes alternatifs et nous les avons inventoriées pour plusieurs applications textiles et plasturgiques.

Dans le cadre du projet EU-Life intitulé **LIFE-FLAREX**<sup>2</sup>, nous étudions les propriétés ignifugeantes, l'impact sur les caractéristiques des matériaux et la sécurité, tant de retardateurs de flammes traditionnels que de leurs alternatives dans le but de remplacer à terme les retardateurs de flammes (utilisés dans les textiles d'intérieur) qui sont repris par exemple dans la liste REACH des substances extrêmement préoccupantes, par des produits alternatifs.

<sup>1</sup> Project (1/6/2012 - 31/5/2016) Gesteund door IWT (nr. 110796) - <http://www.fr4tex.be/>

<sup>2</sup> LIFE-FLAREX (1/7/17 - 31/10/20) is co-funded by the European Union under the LIFE Financial Instrument within the axe Environment Policy and Governance and under the Grant Agreement n°. LIFE16 ENV/ES/000374. - <https://www.life-flarex.eu/>

## Mécanisme du feu et des retardateurs de flammes

Un incendie ne peut se déclarer qu'à condition de réunir trois éléments clé : un apport de chaleur, une quantité suffisante d'oxygène et un combustible. Si l'on parvient à supprimer un de ces trois éléments, il sera possible d'empêcher l'incendie de se déclarer ou, le cas échéant, de le contrer.

**Les retardateurs de flammes empêchent l'apport de chaleur, d'oxygène et/ou de combustible.**



## Mécanisme d'action des retardateurs de flammes

Les retardateurs de flammes interfèrent avec la combustion en agissant sur la phase solide (polymère) et/ou la phase gazeuse au cours de la montée en température, la dégradation ou l'inflammation. Une fois que l'incendie s'est déclaré, ces substances ralentissent la propagation des flammes.

Il existe une vaste panoplie de retardateurs de flammes. Chacun d'eux suit son propre mécanisme d'action, à savoir :

- Eliminer les radicaux H- et OH-
- Empêcher la pyrolyse
- Produire une couche protectrice sur le matériau
- Produire de l'azote ou d'autres gaz ininflammables, qui chassent l'oxygène
- Produire de l'eau, ce qui permet de refroidir l'objet en combustion ou inflammable et de dissiper la chaleur (énergie), ce qui provoque une baisse de la température moyenne.



## Comportement anti-feu des matières polymères

L'inflammabilité des polymères diffère fortement d'un type de polymère à l'autre. En outre, le comportement au feu est déterminé par plusieurs autres facteurs. Dès lors, aucun test ou aucune valeur n'est en mesure de fournir suffisamment d'informations sur l'inflammabilité ou le comportement au feu d'un produit polymère spécifique.

L'Indice Limite d'Oxygène (LOI ou Limiting Oxygen Index) donne une première indication du comportement au feu/inflammabilité d'un polymère. Le test LOI détermine la quantité minimale d'oxygène nécessaire pour entretenir la combustion. Une faible valeur LOI désigne une inflammabilité élevée et, inversement, une valeur LOI élevée signifie que le matériau présente une bonne résistance à l'inflammation.

Le tableau ci-dessous reprend les valeurs LOI d'une série de polymères utilisés couramment. En principe, les polymères caractérisés par une valeur LOI supérieure à 27 sont auto-extinguibles.

### Polymère Valeur LOI

Polyoxyméthylène - POM	16
Polyéthylène - PE	17
Prolypropylène - PP	18
Polystyrène - PS	18
Poly(méthylmetacrylate) - PMMA	18
Polyisoprène (caoutchouc)	18
AcrylonitrilButadièneStyrène - ABS	18
Nylon-6,6 - PA66	24
Poly(éthylène téraphtalate) PET	25
Polychloroprène - CR	26
Polycarbonate - PC	27
Polyarylate - Aromatic polyester	34
Polyéthersulfone - PES	38
Polyéther éther kétone - PEEK	40
Polyvinylchloride (rigid) - PVC	42
Polyamide-imide - PAI	43
Poly(phenylene sulfide) - PPS	44
Polyether-imide - PEI	47
Polyvinylidene chloride - PVDC	60
Polytetrafluoroethylene - PTFE	95



Essai "Limiting Oxygen Index" (LOI)

Le comportement au feu des polymères est déterminé non seulement par leur structure chimique mais aussi par la présence de charges et d'additifs :

- Les polymères aromatiques présentent une faible inflammabilité et sont auto-extinguibles contrairement aux polymères aliphatiques.
- La présence d'halogènes dans un polymère (par ex. le PVC) donne lieu à une hausse de la valeur LOI et par conséquent à une diminution du caractère inflammable du matériau. Les polymères fluorés (PTFE) se caractérisent par une inflammabilité extrêmement faible mais libèrent toutefois un gaz extrêmement toxique et corrosif, notamment le fluorure d'hydrogène.
- Certains additifs (par ex. des plastifiants) permettent d'abaisser la valeur LOI.

## Retardateurs de flammes et additifs aux propriétés ignifugeantes

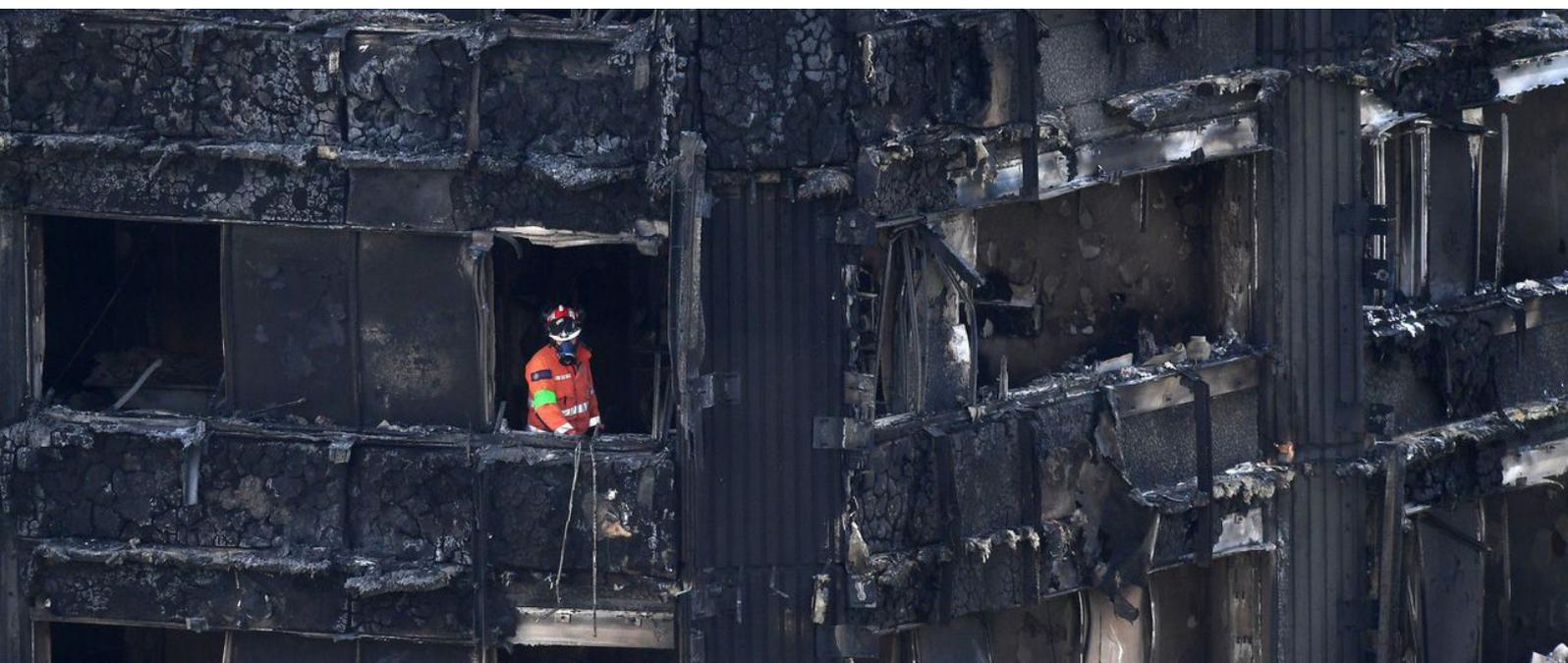
- Les retardateurs de flammes **halogénés** regroupent les retardateurs de flammes bromés et les paraffines chlorées. Les retardateurs de flammes halogénés ont une action radicalaire. Les retardateurs de flammes bromés sont souvent utilisés dans des applications textiles, à savoir tissus d'ameublement et protège-matelas, et au sein de composants électroniques et de câbles électriques.
- Les retardateurs de flammes **phosphorés** (par ex. le polyphosphate d'ammonium (APP), le phosphate de mélamine, le phosphore rouge) forment une couche barrière à l'oxygène pendant l'incendie.
- Les retardateurs de flammes **azotés** sont utilisés en combinaison avec d'autres retardateurs de flammes, surtout en association avec des retardateurs de flammes phosphorés.
- Les retardateurs de flammes **inorganiques** tels que l'ATH et le MDH se décomposent sous l'action des flammes et libèrent alors des molécules d'eau qui permettent de diminuer la concentration d'oxygène à proximité du combustible de manière à réduire l'intensité des flammes. Cette réaction permet également de dissiper la chaleur. L'oxyde métallique forme une couche sur le matériau ininflammable.
- Le **graphite expansible** gonfle très rapidement durant l'incendie (jusqu'à plus de 100 fois son volume d'origine) et développe ainsi une barrière. Cet effet se produit dans quasi toutes les matières thermoplastiques. Le graphite expansible est parfois associé à d'autres retardateurs de flammes tels que le polyphosphate d'ammonium (APP).
- Les **nanoadditifs** dotés de propriétés ignifugeantes sont par exemple le nano-MgO, les POSS, les nanotubes de carbone (CNT) et la nano-argile (montmorillonite). Ces produits sont généralement utilisés en association avec des retardateurs de flammes conventionnels en raison de leur action synergique, ce qui permet de réduire la quantité de produits conventionnels à ajouter.
- Les retardateurs de flammes **biosourcés** à base de chitosane (issu de crustacés ou de moisissures), de lignine, d'ADN, de phytates et de kératine (recyclée à partir de plumes de volaille, faisant l'objet de recherches dans le cadre du projet européen intitulé KaRMA2020, voir plus loin). Ce type de retardateurs de flammes constitue l'objet de toute une série de projets de recherche en cours.

## Conclusion

Les retardateurs de flammes et les matières ignifugeantes sauvent des vies humaines et permettent de réduire les dégâts matériels. Ceci a été une fois de plus clairement démontré de manière cynique suite à l'incendie dans la Tour Grenfell à Londres le 14 juin 2017, où l'incendie s'est propagé à une vitesse fulgurante à cause de la présence de matériaux de revêtement de la façade extrêmement inflammables et où de nombreux résidents ont trouvé une mort tragique.

Parallèlement, les retardateurs de flammes utilisés ne peuvent en aucun cas nuire à la santé des êtres humains et des animaux ni présenter un impact négatif sur l'environnement. Le défi consiste à trouver un équilibre acceptable entre sécurité et santé. C'est pourquoi, une étroite collaboration entre les producteurs et les utilisateurs de retardateurs de flammes revêt toujours une importance capitale.

Centexbel-VKC assure le screening et l'analyse des retardateurs de flammes pour évaluer leurs performances et déterminer les paramètres toxicologiques, mène des recherches visant à développer des produits alternatifs biosourcés et informe l'industrie par l'intermédiaire de nos conseillers, par le biais de plusieurs médias, de sessions d'information et de conférences internationales.



# Comportement au feu des textiles

Les tissus cellulosiques tels que le coton, la viscose et le lin s'enflamment facilement et se consomment relativement vite. Ils peuvent aussi rester incandescents (afterglow), ce qui peut avoir pour conséquence de raviver le feu ou de le propager. Les flammes peuvent se propager rapidement sur la surface des tissus velours cellulosiques, tels que la flanelle ou le tissu éponge. Par contre, les tissus cellulosiques épais, tissés serré et lisses ne s'enflammeront pas si rapidement.

En règle générale, les tissus réalisés à partir de fibres animales telles que la laine, ne s'enflamment pas si facilement. Les fibres synthétiques ne s'enflamment pas rapidement mais ont plutôt tendance à fondre tout en s'éloignant de la source de chaleur. Cela signifie toutefois qu'elles n'offrent pas de protection aux matériaux sous-jacents, tels que les mousses dans les meubles. Une petite flamme peut dès lors provoquer un incendie terrible. Dès que les fibres synthétiques ne peuvent plus se retirer du foyer de l'incendie, ils produisent des flammes puissantes. Les fibres en fusion peuvent alors provoquer de graves brûlures.

## Comportement au feu de quelques fibres textiles utilisées couramment

### Fibres naturelles

**Le coton** : lorsqu'il s'enflamme, le coton brûle en produisant une flamme régulière et dégage une odeur de feuilles brûlantes. Les cendres sont friables. Il est possible d'éteindre des petits morceaux de coton en soufflant comme dans le cas d'une bougie.

**Le lin** prend plus difficilement feu. Le tissu qui se situe le plus près des cendres formées est fragile. Il est facile d'éteindre le lin en soufflant (comme dans le cas d'une bougie).

**La soie** est une fibre protéique qui brûle facilement - pas toujours en produisant une flamme régulière - et dégage une odeur de cheveux brûlés. Cendres friables. Les tissus en soie s'éteignent moins facilement que le coton et le lin.

**La laine** est également une fibre protéique qui s'enflamme moins vite que la soie, parce que les fibres individuelles sont plus courtes et les tissus sont généralement moins serrés. Flamme régulière mais le feu s'entretient plus difficilement. Odeur de cheveux brûlés.

### Fibres synthétiques

**L'acétate** s'enflamme rapidement et brûle en produisant une flamme scintillante qui ne s'éteint pas facilement. La cellulose en combustion forme des gouttes et dégage des cendres dures. L'odeur ressemble à celle de copeaux de bois brûlants.

**L'acrylique** s'enflamme vite en raison du contenu fibreux et des cavités remplies d'air. Une allumette en feu qui tombe sur une couverture en acrylique peut enflammer le tissu. Cendres dures et odeur de brûlé âcre ou pointue.

**Le nylon** fond et brûle ensuite rapidement tant que la flamme reste sur les fibres en fusion. Odeur de plastique brûlant.

**Le polyester** fond et brûle simultanément. Les cendres en fusion et en combustion s'accrochent à toute surface qu'elles touchent sous forme de gouttes. C'est le cas pour la peau également. Les fumées de polyester en feu sont noires et dégagent une odeur mielleuse. Les cendres éteintes sont dures.

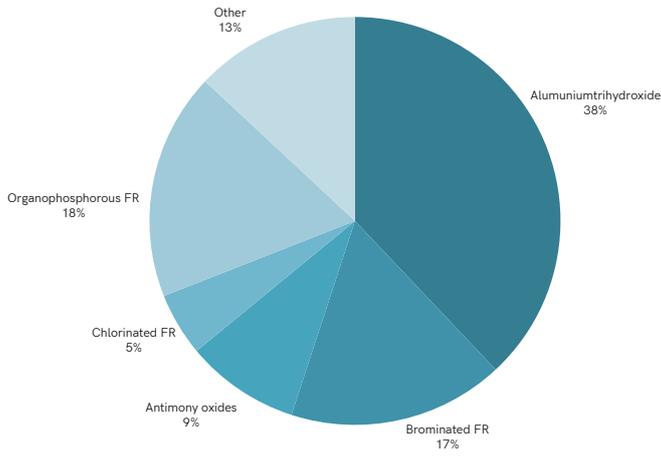
### Fibres cellulosiques

La rayonne est une fibre quasi purement cellulosique. La rayonne brûle vite et forme peu de cendres. L'odeur dégagée ressemble à celle de feuilles brûlantes.

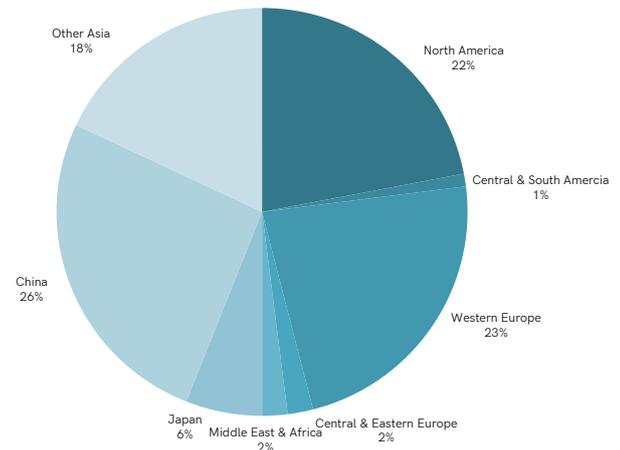


# Comportement au feu des plastiques

Plus de 2,25 millions de tonnes de retardateurs de flammes sont utilisées au niveau mondial. L'hydroxyde d'aluminium est utilisé le plus fréquemment, suivi de systèmes retardateurs de flammes halogénés, dont les produits bromés et chlorés qui sont associés généralement à un agent synergique, notamment le trioxyde d'antimoine. Les retardateurs de flammes organo-phosphorés et d'autres produits, tels que les composés inorganiques phosphorés, les agents azotés et à base de zinc, complètent l'ensemble. Au cours des dix dernières années, les retardateurs de flammes halogénés sont de plus en plus fréquemment remplacés par des alternatives non-halogénées.



Retardateurs de flammes



L'Asie (en tant que continent) et la Chine (en tant que pays) sont les plus grands consommateurs de retardateurs de flammes

Les retardateurs de flammes sont utilisés le plus fréquemment dans des applications plasturgiques, suivies d'applications textiles. Dans certains cas, plusieurs domaines d'application peuvent se chevaucher, comme c'est le cas pour les mousses isolantes qui appartiennent tant au secteur de la construction qu'au secteur plasturgique, ou les textiles enduits par exemple.

## Comportement au feu des matières plastiques

Les matières plastiques sont des matières organiques qui font partie des matières solides inflammables. Elles ne sont pas considérées comme étant des substances dangereuses, contrairement aux monomères dont elles se composent. Ces monomères sont des gaz inflammables (par exemple l'éthène, le propène), des gaz inflammables et toxiques (chlorure de vinyle) ou des liquides inflammables et toxiques (acrylonitrile). Sur base de leur comportement en cas de chauffage modéré, les matières plastiques se répartissent en thermoplastiques et thermodurcissables.

Dans un premier temps, les matières thermoplastiques deviennent souples et déformables sous l'effet de la chaleur sans subir de changements chimiques. Par la suite, à partir d'une température spécifique, à savoir la température de ramollissement, elles se ramollissent. Ce phénomène peut donner lieu en pratique à des situations dangereuses, comme l'affaissement de constructions en plastique à des températures relativement basses ou la mise à nu de câblage électrique.

Le ramollissement peut être considéré comme le début d'une fusion. Certaines matières plastiques fondent et se répandent en cas d'incendie et peuvent dès lors contribuer à la propagation de l'incendie. Ce phénomène peut survenir sous forme de gouttes brûlantes qui tombent. C'est le cas pour le polystyrène (expansé) par exemple.

Les matières thermodurcissables sont constituées de chaînes polymères réticulées entre elles. C'est pourquoi, elles ne se déforment pratiquement pas sous l'effet de la chaleur, mais elles subissent des changements chimiques dans le cas d'une montée de température prolongée, suite à la décomposition et à la combustion, comme c'est le cas pour les matières thermoplastiques.

**Dans le cadre de l'évaluation du comportement au feu des matières plastiques, quatre facteurs sont importants :**

- l'inflammabilité
- la vitesse à laquelle les flammes se propagent sur une surface plastique
- la contribution des matières plastiques à la quantité de chaleur totale qui se libère en cas d'incendie
- la quantité de fumées et la toxicité des fumées et des produits de combustion gazeux

# Inflammabilité et vitesse de propagation des flammes

L'inflammabilité et la vitesse de propagation des flammes jouent un rôle important au stade initial d'un incendie. Pour ces paramètres, l'Europe impose des exigences strictes aux matériaux de revêtement dédiés aux murs, plafonds, sols, etc. De nombreuses matières plastiques sont soumises à des essais dans le but d'évaluer l'inflammabilité et la vitesse de propagation des flammes.

Les résultats des essais dépendent de la nature/composition (chimique) du matériau ainsi que de sa forme (plaques, mousse, épaisseur du matériau), des couches de colle ou de peinture appliquées et éventuellement des joints présents. Diverses analyses ont révélé que de nombreuses applications impliquant des matières plastiques ne comportent pas de risque plus élevé quant à l'inflammabilité et à la vitesse de propagation des flammes que le bois ou autres matières naturelles.

## Pouvoir calorifique

Le pouvoir calorifique est un facteur fondamental en cas d'incendies qui se déclarent dans des entrepôts de matières plastiques. En raison des grandes quantités et du pouvoir calorifique relativement important d'un certain nombre de matières premières, le début d'incendie peut libérer à ces endroits beaucoup de chaleur par unité de superficie au sol. La durée de l'incendie peut dès lors être longue. Le pouvoir calorifique de matières telles que le polyéthène, le polypropène et le polystyrène se situe aux alentours de 40 MJ/kg, alors que celui de la plupart des essences de bois se situent sous les 20 MJ/kg. D'autres matières plastiques (polychlorure de vinyle (PVC), polyformaldéhyde) se caractérisent par des pouvoirs calorifiques comparables au bois ou des valeurs inférieures. Dans ce cas également, les substances associées au polymère et présentes dans la matière plastique, revêtent une grande importance.

## Production de fumée

La production de fumée des matériaux est évaluée de manière quantitative en mesurant dans des conditions normalisées la quantité de lumière transmise par une colonne de fumée produite par le matériau. La production de fumée s'exprime par un indice fumée, qui varie de plus de 200 (importante production de fumée) pour la mousse de polyuréthane et certains types de PVC à 1 pour la mousse de phénolformaldéhyde.

La fumée dégagée se compose de particules solides, de vapeurs condensées et de produits de combustion gazeux. Ce mélange est toujours toxique, indépendamment du type de matériau.

Ainsi, les gaz de combustion toxiques dégagés par du bois brûlant, sont le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone et un grand nombre d'autres composés, à savoir des acides organiques, des aldéhydes (dont l'acroléine, substance très irritante) et des hydrocarbures aromatiques (poly)cycliques.

“Plus que les flammes, ce sont les gaz de combustion toxiques (surtout le monoxyde de carbone et le cyanure d'hydrogène) qui font des victimes.”

De ce point de vue, les incendies impliquant des matières plastiques ne sont pas si différents. Une différence se situe toutefois dans le fait que des incendies impliquant de grandes quantités de matières plastiques stockées, peuvent dégager des gaz de combustion spécifiques en grandes quantités, notamment du chlorure d'hydrogène (ainsi que du chlore et du phosgène mais dans une moindre mesure) lors de la combustion de PVC, du cyanure d'hydrogène et des oxydes d'azote lors de la combustion de polyuréthane et du fluorure d'hydrogène lors de la combustion de téflon.

Dans ce cas également, la toxicité des fumées est déterminée en majeure partie par le monoxyde de carbone et autres gaz de combustion “normaux”.

L'effet corrosif des fumées, facteur qui joue un rôle par exemple en cas d'incendies impliquant de grandes quantités de PVC (formation de chlorure d'hydrogène), constitue un problème supplémentaire. L'ajout de chaux au PVC, permet de limiter la formation de vapeurs d'acide chlorhydrique.

# Recherche



# FLAREX

# Recherche du retardateur de flammes le mieux approprié



Avant de pouvoir recommander certains retardateurs de flammes comme produits alternatifs (respectueux de l'environnement et non-toxiques) à l'industrie textile européenne, nous devons connaître l'impact sur l'environnement et la santé de tous les retardateurs de flammes (tant les produits actuels que leurs alternatives).

L'étude répond aux objectifs du règlement REACH qui vise à limiter et à réglementer les risques pour l'homme et l'environnement liés aux substances chimiques. Cette directive européenne répond aux desiderata des utilisateurs finaux qui ne souhaitent pas être confrontés à des produits nocifs, voire dans un moindre mesure, et est soutenue par les ONG qui militent pour le développement de solutions non toxiques (ou faiblement toxiques). A l'heure actuelle, la plupart des retardateurs de flammes alternatifs ne sont pas utilisables dans toutes les applications (ils sont parfois sensibles à l'hydrolyse par ex...). Toutefois, le secteur chimique poursuit ses efforts pour développer des retardateurs de flammes alternatifs multifonctionnels et moins toxiques.

Dans le cadre du projet intitulé LIFE-FLAREX, nous avons fait une sélection parmi une grande quantité de retardateurs de flammes existants. Les retardateurs de flammes conventionnels sont comparés à leurs alternatives, tant au plan technique (propriétés ignifugeantes) qu'au niveau de leur impact sur l'homme et l'environnement.

## Sélection de textiles et de retardateurs de flammes :

Application	Specific fabric composition	Conventional Flame Retardants	Alternative Flame Retardants
Curtains	100% PES	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Decabromo diphenyl ethane + melamine cyanurate</li><li>2. Decabromo diphenyl ethane + ATO</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Phosphonate</li><li>2. Polymeric FR</li></ol>
Upholstery	100% PES	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Decabromo diphenyl ethane + melamine cyanurate</li><li>2. Decabromo diphenyl ethane + ATO</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ammonium polyphosphate</li><li>2. Polymeric FR</li><li>3. Expandable graphite</li></ol>
Mattress ticking	50/50 CO/PES	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Decabromo diphenyl ethane + melamine cyanurate</li><li>2. Decabromo diphenyl ethane + ATO</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ammonium polyphosphate</li><li>2. Polymeric FR</li><li>3. Guanidine phosphate</li><li>4. Ammonium sulphamate</li></ol>
Bedding sheets	50/50 CO/PES and 100% CO	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Dialkyl phosphono carboxylic acid amide</li><li>2. Decabromo diphenyl ethane + melamine cyanurate</li><li>3. Decabromo diphenyl ethane + ATO</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ammonium sulfamate + Urea + <math>PO(OH)_2</math>-<math>R-PO(OH)_2</math></li><li>2. Phosphorous based</li><li>3. Polymeric FR</li></ol>

Dans le cadre du projet, tous les produits sélectionnés sont soumis à des analyses de risque ainsi que des analyses du cycle de vie afin de déterminer ainsi les meilleures techniques disponibles. Enfin, nous démontrerons la faisabilité technique, économique et écologique des substances chimiques sélectionnées par le biais d'activités de démonstration au sein d'entreprises industrielles.

Contactez Ine De Vilder - [ivi@centexbel.be](mailto:ivi@centexbel.be) pour de plus amples informations sur le projet et sur des retardateurs de flammes

SITE WEB DU PROJET : <https://www.life-flarex.eu/>



**ACKNOWLEDGEMENTS:** LIFE-FLAREX is co-funded by the European Union under the LIFE Financial Instrument within the axe Environment Policy and Governance and under the Grant Agreement n°. LIFE16 ENV/ES/000374.



# Retardateur de flammes biosourcé à base de kératine extraite de plumes de volaille

Un des objectifs du projet européen Horizon 2020 intitulé KaRMA2020 consiste à développer des nouveaux produits textiles, notamment un protège-matelas doté d'un retardateur de flammes réalisé à base de kératine issue du recyclage de déchets de plumes de volaille. Les plumes de volaille constituent un grand flux de déchets qui, jusqu'à ce jour, ne sont pas valorisés dans une optique de recyclage. Elles contiennent néanmoins des éléments précieux, dont la kératine notamment.

La kératine est constituée d'acides aminés. C'est pourquoi, cette structure contient un certain pourcentage (14%) d'azote, et possède donc un potentiel de mise en œuvre pour la réalisation d'un retardateur de flammes biosourcé. L'azote contribue notamment à former une couche protectrice réticulée sur la surface au cours d'un incendie dont le rôle consiste à protéger la couche sous-jacente. La kératine peut aussi diluer les mélanges de gaz inflammables/oxygène en libérant de l'azote sous forme de gaz. Ces deux actions permettent de réduire l'inflammabilité.

Dans le cadre d'une première recherche, nous avons broyé les plumes de volaille à l'échelle micrométrique, notamment 5  $\mu\text{m}$ , et les avons ajoutées à de l' $\text{H}_2\text{O}$  et des enductions de PU à base de DMF. Nous avons pu constater dans ce contexte que la kératine à elle seule ne suffit pas pour améliorer considérablement le comportement au feu d'une enduction.

Pour améliorer davantage l'effet ignifugeant, il est donc nécessaire d'ajouter d'autres composants à la kératine, tels que des retardateurs de flammes phosphorés qui agissent tant en phase solide qu'en phase gazeuse. En cas de surchauffe, les composants phosphorés libèrent une forme polymère d'acide phosphorique qui forme une couche carbonisée sur le matériau, ce qui entrave le processus de pyrolyse qui alimente la flamme de combustible. La couche carbonisée fait fonction d'une barrière à deux directions, qui empêche le passage des gaz inflammables vers la flamme et fait écran entre le polymère et la source de chaleur (source d'énergie).

Nous étudions aussi les possibilités de développer de nouveaux retardateurs de flammes à base de kératine associée à du lignosulfonate, des amines, des phosphates et de polyols.



## Premiers résultats de l'analyse UL94 :

	PU	APP <sup>1</sup>	beste KaRMA FR resultaten
Remaining length (cm)	8.1+0.1	9.6+0.3	10.8+0.2
Burning rate (mm/sec)	49	3.2	1.2
Ignition		x2	x4

<sup>1</sup> ammoniumpolyfosfate

Contactez Ine De Vilder - [ivi@centexbel.be](mailto:ivi@centexbel.be) pour de plus amples informations sur le projet et sur des retardateurs de flammes

SITE WEB DU PROJET: <http://www.karma2020.eu/>



**ACKNOWLEDGEMENTS** This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation program under Grant Agreement n° 723268

# BIO FR LeTex

## Retardateurs de flammes biosourcés dédiés au textile et au cuir

Nouveau projet : lancement prévu le 1/3/2019

Le règlement REACH dédié aux substances chimiques présente un impact important sur l'industrie de l'enduction et de l'ennoblissement. Certains retardateurs de flammes (RF) ont été interdits en raison de leur impact nocif sur l'environnement. C'est pourquoi, il est absolument nécessaire d'inventorier et d'étudier minutieusement les nouveaux additifs RF alternatifs et écologiques.

En outre, l'industrie est mise au défi d'offrir une réponse durable à la prise de conscience croissante de la part des consommateurs et à leurs exigences en matière de "bio", "éco", "produits naturels" qui ont donné lieu à plusieurs labels dédiés au textile et au cuir, à savoir les procédures de certification Standard 100, Leather Standard, DETOX to ZERO et STeP by OEKO-TEX®, dont Centexbel assure le suivi et qui fixent des exigences sévères au niveau de l'innocuité des composants chimiques. Enfin, les directives et les règlements dédiés à l'environnement exigent une baisse des émissions de CO<sub>2</sub>, qui pourra se réaliser notamment en remplaçant des matières premières dérivées du pétrole par des produits alternatifs neutres en CO<sub>2</sub> tels que des biopolymères.

**Le développement d'un retardateur de flammes non-toxique reste toutefois un grand défi et requiert la mise au point de nouvelles formulations et de nouveaux compounds dédiés à l'enduction et l'apprêtage des textiles et des cuirs.**



### Objectif

- Mise au point d'enductions et d'apprêts ignifugeants non-toxiques, durables et biosourcés. Il est bien connu que certains polymères biosourcés phosphorylés (par ex. la lignine modifiée) présentent un effet RF par la formation d'une couche barrière. Nous savons aussi que l'association de composés phosphorés et de composés azotés présente souvent un effet synergique. C'est pourquoi, ils sont déjà utilisés au sein de systèmes RF conventionnels. Ce principe devrait maintenant être appliqué aux protéines.
- Les protéines conviennent pour le développement de RF biosourcés en raison de la présence importante d'azote. Une modification chimique des protéines à l'aide de groupes phosphorés permettra d'augmenter l'efficacité RF. A cet effet, des protéines adéquates non destinées à l'alimentation seront sélectionnées et modifiées par phosphorylation. Les protéines modifiées seront caractérisées au niveau de leur composition chimique, plus particulièrement en ce qui concerne leur teneur en azote et en phosphore.
- L'implémentation des nouveaux retardateurs de flammes biosourcés dans le cadre d'applications d'apprêtage et d'enduction de cuirs et textiles sera évaluée et sur base de leurs performances, plusieurs applications finales seront envisagées (cuir, textiles outdoor, textiles indoor et textiles techniques).

### Consortium

Centexbel et FILK e.V., (Allemagne) sont chargé de la gestion et de la dissémination des résultats de la recherche et mènent la recherche.

### Groupe cible

- entreprises d'enduction/d'ennoblissement (textile et/ou cuir)
- producteurs de retardateurs de flammes / additifs
- producteurs de formulations FR "prêtes à l'emploi"



CENTEXBEL  
David De Smet  
dds@centexbel.be





Labo "feu"

# Le labo feu de Centexbel

Aperçu des analyses normalisées fréquemment effectuées par méthode d'essai et par groupe de produits

## Vêtements et gant de protection

- EN ISO 15025: Protection against flame - Method of test for limited flame spread
- EN 348, EN 373, EN ISO 9150, EN ISO 9185: Determination of behaviour of materials on impact of small splashes of molten metal
- EN ISO 6942: Protection against heat and fire - Method of test: Evaluation of materials and material assemblies when exposed to a source of radiant heat
- ISO 9151: Determination of heat transmission on exposure to flame
- ISO 15025: Protection against flame - Method of test for limited flame spread
- EN 702: Protection against heat and flame. Test method. Determination of the contact heat transmission through protective clothing or its materials
- ISO 12127-1: Clothing for protection against heat and flame - Determination of contact heat transmission through protective clothing or constituent materials - Part 1: Test method using contact heat produced by heating cylinder
- EN 407-6.3: Protective gloves against thermal risks (heat and/or fire)

## Literie/matelas

- EN 597-1 : Furniture - Assessment of the ignitability of mattresses and upholstered bedbases - Part 1: Ignition source smouldering cigarette
- EN 597-2 : Furniture - Assessment of the ignitability of mattresses and upholstered bed base - Part 2: Ignition source: match flame equivalent
- BS 6807 : Methods of test for assessment of ignitability of mattresses, upholstered divans and upholstered bed bases with flaming types of primary and secondary sources of ignition (crib test)
- BS 7177:2008+A1:2011 : Specification for resistance to ignition of mattresses, mattress pads, divans and bed bases (crib test)

## Revêtements de sol

- EN ISO 9239-1: Determination of the burning behaviour using a radiant heat source
- BS 4790: Method for determination of the effects of a small source of ignition on textile floor coverings (hot metal nut method)

## Transport

- ECE Regulation No. 118 : Uniform technical prescriptions concerning the burning behaviour of materials used in the interior construction of certain categories of motor vehicles
  - Annex 6 : Test to determine the horizontal burning rate of materials
  - Annex 7: Test to determine the melting behaviour of materials
- ISO 3795: Road vehicles, and tractors and machinery for agriculture and forestry - Determination of burning behaviour of interior materials
- FMVSS 302: Flammability of materials used in the occupant compartments of motor vehicles according to FMVSS 302. (Federal Motor Vehicle Safety Standard).
- DIN 75200: Determination of burning behaviour of interior materials in motor vehicles

## Classification M - produits de construction (norme française)

### Sécurité au feu - matériaux de construction - réaction au feu

- NF P 92 503-507 (M1) 503 test du brûleur électrique
- NF P 92 503-507 (M1) 504 taux du test de propagation de la flamme
- NF P 92 503-507 (M1) 505 test d'égouttage

## Mobilier : essai de cigarette

- ASTM E1353-08a: Standard Test Methods for Cigarette Ignition Resistance of Components of Upholstered Furniture
  - Rembourrage de mobilier
  - Tissu
  - Revêtement

# Limiting Oxygen Index (LOI)

## Essai conformément à la norme ISO 4589-2:2017

Les valeurs de l'indice d'oxygène (OI), résultats issus du test LOI, donnent une indication du comportement au feu d'un matériau dans des conditions de laboratoire contrôlées. Ces résultats peuvent être utiles dans le cadre de contrôles qualité. Il faut toutefois tenir compte du fait que les résultats d'essai dépendent de la forme, de l'épaisseur, de la structure, de l'orientation et de l'isolation de l'éprouvette et de la manière dont l'éprouvette est allumée. Pour certains matériaux ou applications spécifiques il est nécessaire ou conseillé de fixer plusieurs conditions d'essai.

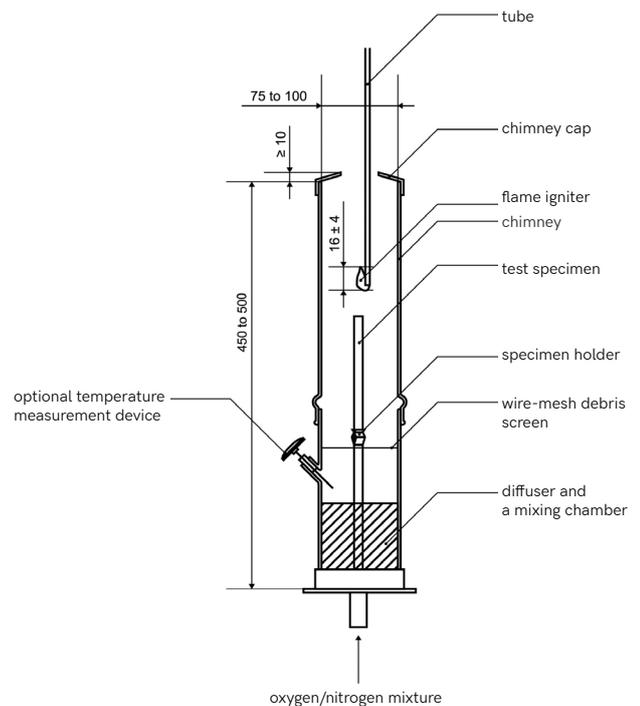
## Principe du test

Une petite éprouvette est placée verticalement dans un mélange d'oxygène et d'azote présent dans une "cheminée" transparente.

L'éprouvette est allumée par le côté supérieur et par la suite, le comportement au feu de l'éprouvette est déterminé en comparant aux limites spécifiées (temps et longueur), la période au cours de laquelle la combustion est entretenue ou la longueur de l'éprouvette consommée.

La valeur OI est déterminée en testant une série d'éprouvettes dans plusieurs concentrations d'oxygène.

Par contre, si l'on souhaite comparer le comportement au feu à une valeur OI donnée, il est nécessaire de tester trois éprouvettes en adoptant la concentration d'oxygène pertinente.



## Détails intéressants concernant le test LOI

- La norme ISO 4589-2 a été conçue en principe pour mesurer des plaquettes en plastique de forme identique. Toutefois, elle s'avère aussi être une méthode utile pour tester le comportement au feu des textiles.
- La valeur LOI est une propriété de base d'une matière plastique (par extension d'un textile) mais ne fournit aucune précision quant au comportement au feu du matériau en atmosphère ouverte.
- Il est parfaitement possible d'obtenir des valeurs LOI qui diffèrent entre elles de 20 unités pour des éprouvettes réalisées à partir d'un matériau identique, en fonction de la forme (structure) de l'éprouvette. Ainsi, un tricot léger caractérisé par un grand nombre de mailles (fibres individuelles) se caractérise par une valeur LOI nettement plus basse que celle d'une plaquette en plastique réalisée à partir d'un matériau identique.
- Centexbel mesure la valeur LOI dans des concentrations d'oxygène de 55% maximum.
- Il est possible de déterminer la valeur LOI conformément à l'ISO 4589-2 avec une précision de 1% ou 0,2%.

N'hésitez pas à nous contacter pour obtenir plus d'informations ou pour déterminer la valeur LOI de vos matériaux. Cette analyse est un élément très important dans le cadre du développement de nouveaux produits et de contrôles qualité.

# La méthode d'essai flexiburn-rhoburn



1: la flamme est appliquée sur la surface de l'éprouvette (montage vertical)

2: le chrono commence au moment où la flamme est éteinte

3: le chrono s'arrête au moment où l'éprouvette ne brûle plus

4: fin de l'essai

Cette méthode d'essai est utilisée pour tester le comportement au feu (inflammabilité, propagation des flammes) de différents groupes de produits

- **EN 1101 (1995) + A1 (2005) / EN 1102 (2016):** Rideaux et tentures - Procédure détaillée pour déterminer l'inflammabilité d'éprouvettes disposées verticalement (petite flamme)
- **BS 5438-2B (1989):** Methods of test for flammability of vertically oriented textile fabrics and fabric assemblies subjected to a small igniting flame
- **EN 13772 (2011):** Rideaux et tentures - Mesurage de la propagation des flammes d'éprouvettes orientées verticalement avec une source d'allumage importante
- **EN 1103 (2005):** Textiles d'habillement - Procédure détaillée pour la détermination du comportement à la flamme des textiles destinés à l'habillement
- **ECE Regulation No. 118 Annex 8 (2005) + Rev 1 (2012):** Aménagement intérieur de certains véhicules motorisés - Essai en vue de déterminer la vitesse de combustion verticale du matériau
- **EN ISO 11925-2 (2010):** Produits de construction - Inflammabilité de produits soumis à l'incidence directe de la flamme - Partie 2: Essai à l'aide d'une source à flamme unique
- **EN ISO 15025 (2002):** Vêtements de protection - Protection contre la chaleur et les flammes - Méthode d'essai pour la propagation des flammes limitée



# Essais de comportement au feu courants sur les matières plastiques

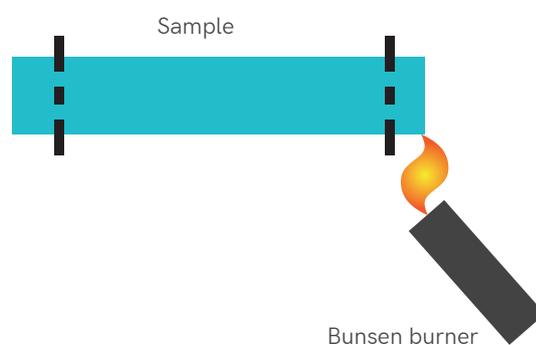
Outre l'essai LOI que nous avons déjà abordé dans un article précédent, nous mentionnons ci-dessous encore quelques essais de base qui permettent à Centexbel d'évaluer le comportement au feu et la propagation des flammes des matières plastiques.

## Underwriters Laboratory (UL94)

L'essai UL comprend une méthode qui permet d'évaluer la tendance d'un matériau à éteindre des flammes ou à les propager après mise à feu du matériau. Cet essai a été mis au point par les Laboratoires Underwriters et est repris dans :

- ISO 9772 - Plastiques alvéolaires - Détermination des caractéristiques de combustion de petites éprouvettes en position horizontale, soumises à une petite flamme
- ISO 9773 - Plastiques - Détermination du comportement au feu d'éprouvettes minces verticales souples au contact d'une petite flamme comme source d'allumage

Une flamme est appliquée sur un échantillon en position horizontale (94HB) ou verticale (94V) et le comportement du matériau est évalué après retrait de la flamme. Les matériaux qui brûlent lentement ou sont auto-extinguibles et ne forment aucune goutte incandescente, sont classés dans la catégorie supérieure au sein du schéma de classification UL94.

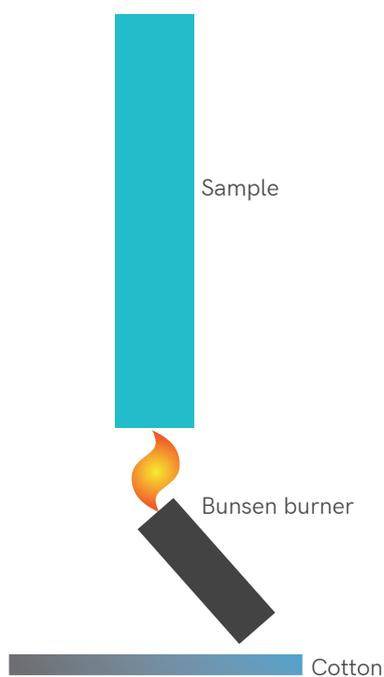


### Test de Combustion Horizontal (94HB)

Une flamme est appliquée à une extrémité d'un échantillon horizontal en plastique pendant 30 secondes ou jusqu'au moment où la flamme atteint un repère spécifié. Si l'échantillon continue de brûler, l'essai mesure le temps nécessaire à atteindre un second repère. Si la combustion s'arrête, la durée de combustion et la longueur endommagée sont mesurées. Un matériau est classé 94HB si le temps nécessaire à atteindre le second repère est supérieur au temps minimum spécifié ou dans le cas où la combustion s'arrête avant que le second repère ne soit atteint.

### Test de Combustion Vertical (94V)

Cet essai est plus exigeant que le précédent car l'échantillon est testé en position verticale. Dès lors, le matériau situé en haut, est déjà préchauffé par la matière en combustion située dans les parties inférieures. Une flamme est appliquée sur le bord inférieur de l'échantillon et le matériau est classé conformément au schéma ci-dessous. Pour passer l'essai UL94V, les matériaux doivent être auto-extinguibles.



UL94-V Rating	Duration of flaming for each flame application	Total duration of flaming for 5 samples (10 flame applications)	Dripping of flaming material
V-0 (Best)	>10 sec	> 50 sec	None allowed
V-1 (Good)	> 30 sec	> 250 sec	None allowed
V-2 (Drips)	> 30 sec	> 250 sec	Any dripping of flaming material which ignites the cotton placed below the specimen