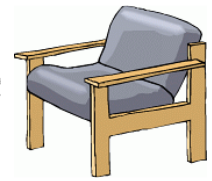


La combustion de la mousse de polyuréthane



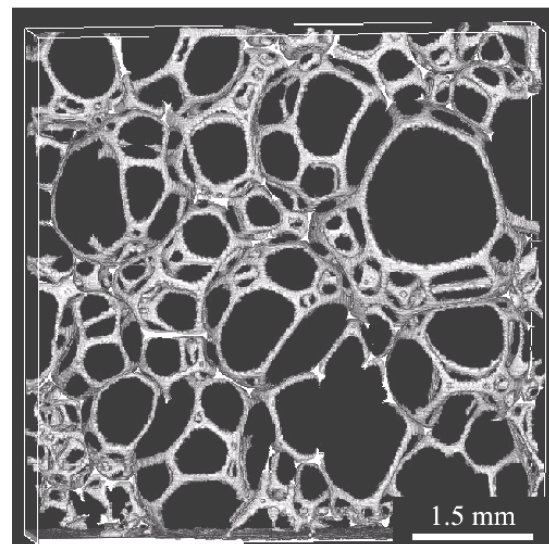
Par Josianne Roy, Chimiste M.Sc.

La plupart des meubles rembourrés domestiques tels que les matelas, les canapés et les coussins sont faits de mousse de polyuréthane flexible (no CAS : 9009-54-5), en anglais « *Flexible polyurethane foam - FPF* ». Le polyuréthane (PU) est un polymère complexe fait de carbone (C), d'azote (N), d'hydrogène (H) et d'oxygène (O) selon la formule de base : $C_{1,0}H_{1,7}N_{0,07}O_{0,3}$, à laquelle est souvent ajoutée divers produits comme des teintures, tensioactifs, stabilisants, retardateurs de flammes, etc. La composition chimique de ces additifs influence grandement la stabilité thermique, l'inflammabilité, la résistance chimique, la rigidité et d'autres propriétés de ce polymère.

Le polyuréthane est un polymère **thermodurcissable** qui a comme propriété de fondre à la chaleur sans reprendre sa forme initiale ($T_{\text{fusion}} \approx 175$ à 260 °C selon sa densité) et d'être détruit de façon permanente. Comme toute matière organique contenant du carbone, la mousse de polyuréthane produit de la carbonisation lorsqu'elle brûle. Elle produit aussi un liquide brunâtre visqueux lorsqu'elle fond, qui se vaporise ensuite pour donner une variété de produits gazeux, dont certains sont très inflammables. Sa combustion peut être lente (sans flamme) ou vive (avec flamme), dépendant des conditions environnantes. La composition de ses produits de combustion dépend principalement de la température, de la durée de combustion et de la quantité d'oxygène disponible.

Une fois démarrée, la combustion de la mousse de polyuréthane est facilement soutenue à relativement « basse » température. En effet, il faut un minimum d'environ 300°C pour soutenir la combustion lente du polyuréthane, tandis qu'il faut un minimum d'environ 400°C pour passer en combustion complète ou pour qu'une flamme se développe. Sa combustion est favorisée par la **présence d'oxygène et d'ouvertures dans sa structure moléculaire**, surtout dans le cas de la mousse de faible densité. La mousse de polyuréthane est donc facilement inflammable puisqu'elle présente une **grande surface de contact avec l'oxygène**. De plus, sa combustion dégage une très grande quantité de chaleur, ce qui permet l'entretien de la combustion lente et la propagation rapide de la combustion vive.

Figure 1 : *Image aux rayons X d'une cellule de mousse de polyuréthane : il y a une grande surface de contact entre les molécules du polymère et l'oxygène de l'air, ce qui favorise la combustion.*



Source : www.doitpoms.ac.uk/.../small/000581.jpg

Lors de la combustion lente (et la pyrolyse) de la mousse de polyuréthane, des produits de combustion incomplète et complète sont relâchés dans l'atmosphère et s'accumulent à proximité du foyer. Parmi les plus abondants de ces produits, on retrouve le **monoxyde de carbone (CO)**, l'**acide cyanhydrique (ou cyanure d'hydrogène HCN)** et divers **oxydes d'azote (NO_x : NO, NO₂, N₂O, N₂O₂, etc.)**, qui sont tous des **produits très toxiques**. Certains de ces gaz et liquides ont un point éclair relativement bas qui leur permet d'exploser lors d'un soudain apport d'air et d'une source d'ignition. Lors de leur combustion complète, ils se transforment principalement en eau (H₂O), et aussi en gaz inertes comme en dioxyde de carbone (CO₂) et en azote (N₂).

Tableau 1 : *Données physiques approximatives relatives à l'incendie de la mousse de polyuréthane et de ses principaux produits de combustion toxiques.*

| Substances | État physique | Point éclair | Limites d'inflammabilité à 25 °C | T auto-ignition |
|--------------------------------------|---|-----------------------------|----------------------------------|-----------------|
| Mousse de polyuréthane flexible (PU) | Solide de faible densité | Combustible 250 à 425 °C | --- | 260 à 400 °C |
| Monoxyde de carbone (CO) | Gaz | inflammable | LIE : 12,5 % LSE : 74,0 % | 609 °C |
| Acide cyanhydrique (HCN) | Liquide volatil (T _{ébul} : 25,7°C) | inflammable - 17,8 °C | LIE : 5,6 % LSE : 40,0 % | 540 °C |
| Oxydes d'azote (NO _x) | Liquides volatils ou gaz | inflammables | --- | --- |

*Toutes ces données sont approximatives et varient d'une fiche signalétique à l'autre, de même qu'avec la densité du polyuréthane..

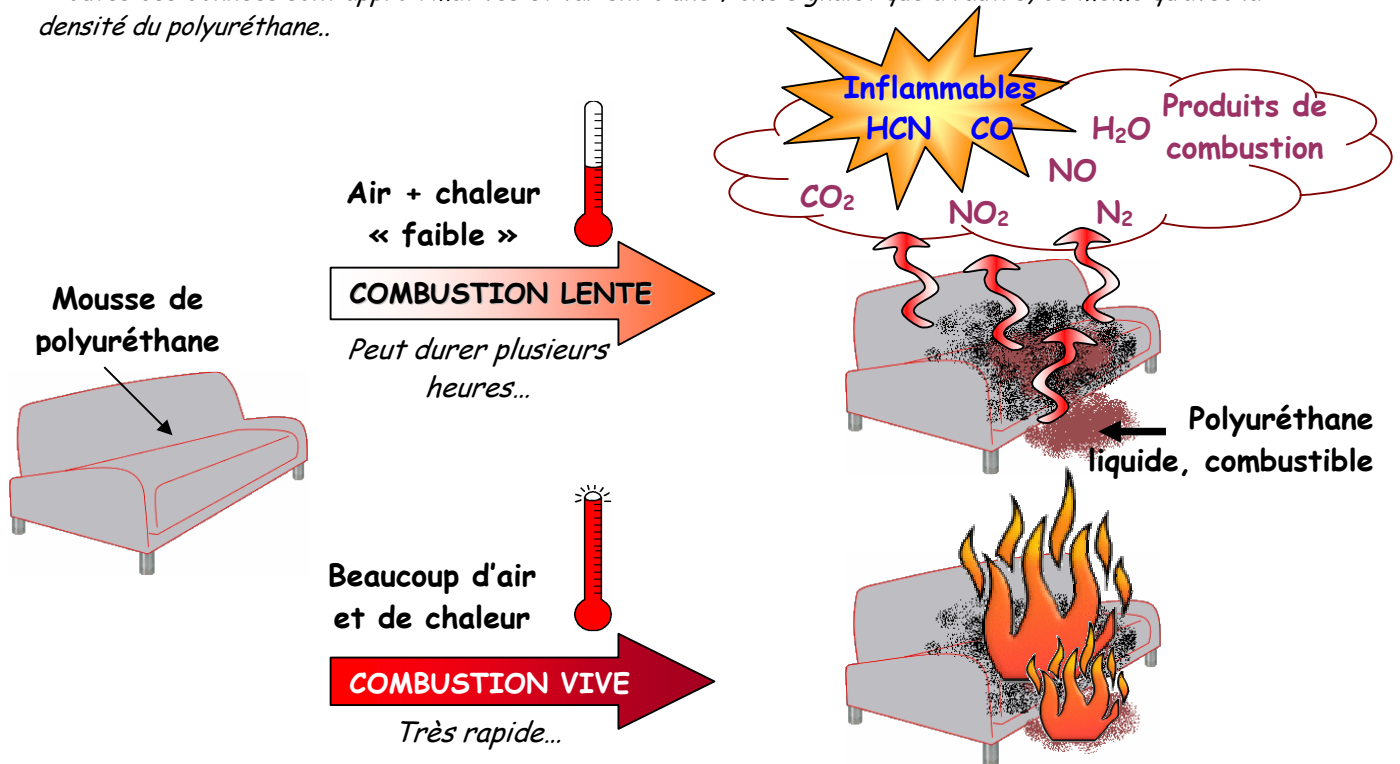


Figure 2 : *Schéma de la combustion lente et vive d'un objet en mousse de polyuréthane.*

Références :

JMSSJ On-line, Vol. 21 (1973) No. 4, pp. 327-332

Ohlemiller, T. J.; Butler, K. M., Influence of Polymer Melt Behavior on Flammability. (845 K), NISTIR 6588, U.S./Japan Fire Research and Safety. 15th Joint Panel Meeting. Vol 1. 2000, San Antonio, TX, Bryner, S. L., Editor(s), 81-88 pp, Levin, B. C.; Braun, E.; Paabo, M.; Harris, R. H., Jr.; Navarro, M. , Reduction of Hydrogen Cyanide Concentrations and Acute Inhalation Toxicity From Flexible Polyurethane Foam Combustion Products by the Addition of Copper Compounds. Part 4. Effects of Combustion Conditions and Scaling on the Generation of Hydrogen cyanide and Toxicity From Flexible Polyurethane Foam With and Without Copper Compounds. (4129 K), NISTIR 4989; 114 p. 1992.

<http://www.pslc.ws/french/urethane.htm>

<http://www.tc.qc.ca/canutec/fr/articles/documents/isocy.htm>

<http://www.springerlink.com/content/1ce85ppg1rc6uu5j/>

<http://www.fire.nist.gov/bfrlpubs/fire02/PDF/f02074.pdf>

<http://www.me.berkeley.edu/mcl/flaming.html>

http://www.polyurethane.org/s_api/bin.asp?CID=908&DID=3809&DOC=FILE.PDF

<http://www2.bfrl.nist.gov/projects/projcontain.asp?cc=8665234000>

<http://www.interfire.org/features/ourchangingworld.asp>

http://www.reptox.csst.qc.ca/Produit.asp?no_produit=87700&nom=Mousses+de+polyur%E9thane

www.monolithic.com/foam/book

<http://pennfoam.com/products/products05.html>

<http://www.exsto.com/documentations/generalites.pdf>

http://www.foamorder.com/material_safety.php?page=memory