

Explosion de poussières

Phénomène meurtrier et difficilement modélisable.

Le 20 août 1997, l'explosion de silos à grains à Blaye, sur l'estuaire de la Gironde, fait 11 morts. Plus de 20 ans après l'explosion de la malterie de Metz, ce dramatique accident repose les problèmes de sécurité liés à la manipulation de produits solides pulvérulents.

La manipulation des grains engendre d'importantes quantités de poussières (0,1 pour cent du poids manipulé) qui, mises en suspension, forment une atmosphère explosive. Lorsque cette atmosphère est mise au contact d'une source d'inflammation, l'explosion se déclenche.

Que s'est-il passé à Blaye ? Les conclusions définitives de l'enquête ne seront pas connues avant plusieurs mois, mais des poussières en suspension ont dû être mises au contact d'une étincelle (provenant d'un frottement mécanique ou de l'électricité statique) ou d'une source résultant d'un « auto-échauffement » (réactions d'oxydo-réduction, fermentation). Les parois des silos de béton n'ont pas résisté à l'explosion.

Peut-on empêcher de tels accidents ou en réduire la gravité ? Les professionnels sont plus conscients qu'auparavant de l'existence de ce risque, ainsi qu'en témoigne la forte participation à un séminaire tenu récemment en France sur les

explosions de poussières. Des mesures réglementaires sont à l'évidence indispensables. Cependant, en raison des enjeux économiques, leur mise en œuvre ne suscite pas toujours une adhésion spontanée. Par ailleurs, la mise en place de dispositifs de protection efficaces se heurte à l'insuffisance des connaissances scientifiques des phénomènes en cause.

Diverses méthodes sont utilisées dans le monde pour classer les poussières en fonction de leur dangerosité (risque d'explosion). Aucune ne fait l'unanimité, car les résultats des tests de classement dépendent d'un grand nombre de facteurs qui varient beaucoup d'un test à l'autre : taille et forme de l'enceinte d'expériences, procédé de mise en suspension, dispositif d'allumage...

Plus la vitesse de combustion d'un mélange est grande, plus l'explosion du mélange est violente. Par exemple, une explosion d'hydrogène est plus violente qu'une explosion de méthane. Ce paramètre caractéristique est beaucoup plus difficile à déterminer dans les mélanges de poussières que dans les gaz : la structure des flammes de poussières et les mécanismes de propagation sont mal connus. Par exemple, les transferts par rayonnement, le plus souvent négligeables dans le cas des gaz, jouent un rôle prépondérant dans certaines flammes de poussières.

L'un des moyens classiques de protection consiste à installer des événements qui cèdent en cas de brusque surpression. Cette technique ne s'applique cependant que dans des conditions précises :

enceintes de forme simple, pas trop allongées, sans variation de section, ni obstacles à l'intérieur. Ces conditions correspondent uniquement aux enceintes de stockage. Dans ces enceintes, la pression résultant de l'inflammation d'une suspension de poussières ne croîtra pas trop vite et les effets de cette croissance pourront être limités par l'action des événements.

Malheureusement, les inflammations accidentelles se produisent rarement dans ce type d'enceintes, mais dans les conduites de transport, les élévateurs, les filtres ou d'autres éléments de manutention. Ces éléments favorisent les vitesses de propagation élevées, de sorte que des ondes de choc peuvent se former. L'utilisation d'événements est alors inopérante et peut même se révéler néfaste en favorisant la propagation de l'explosion entre des enceintes séparées. Hélas, là encore, on connaît mal la propagation de flammes dans des écoulements instationnaires et dans des géométries complexes. Aucune méthode prédictive n'existe aujourd'hui.

Comment caractériser les régimes de combustion, entre déflagration (subsonique) ou détonation (supersonique) ? Cette caractérisation est importante, car la vitesse de propagation d'une détonation est 1 000 fois plus élevée que celle d'une flamme laminaire (la flamme d'un brûleur de réchaud par exemple). Aujourd'hui, peu de résultats sont disponibles, car la taille des expériences « de laboratoire » nécessaire pour obtenir des résultats pertinents est d'au moins 10 fois, voire 100 fois, la taille des montages expérimentaux utilisés dans le cas des mélanges gazeux !

De manière générale, l'étude de la combustion dans des suspensions de poussières est beaucoup plus ardue que celle des mélanges gazeux en raison de l'hétérogénéité du milieu, et parce que la réalisation d'expériences reproductibles dans des conditions bien contrôlées se heurte à d'importantes difficultés techniques. L'effort fait en matière de recherche (tant fondamentale qu'appliquée) par la France en ce domaine reste bien inférieur à celui de la plupart des grands pays industrialisés. Si de tels retards devaient perdurer, la mise au point de dispositifs techniques et de méthodes de protection efficaces serait compromise.

B. VEYSSIÈRE, CNRS, Laboratoire de combustion et de détonique, Poitiers



Près de Bordeaux, une explosion de poussières a détruit une dizaine de silos à grains.

Mucoviscidose

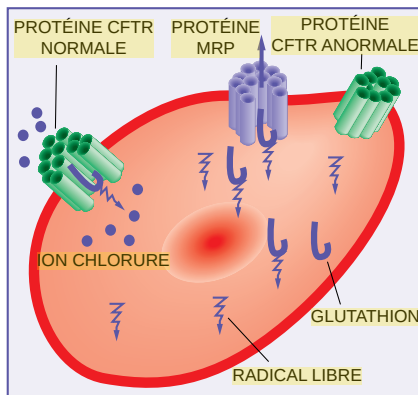
Un traitement anticancéreux améliorerait les patients atteints de cette maladie génétique.

La mucoviscidose est une maladie génétique, la plus fréquente des maladies héréditaires mortelles. Quatre pour cent environ des Européens et des Américains du Nord sont porteurs d'un gène muté et, en France, 6 000 personnes seraient atteintes de la maladie. Jusqu'à présent les traitements restent souvent palliatifs, les tentatives de thérapie génique n'ayant pas donné les résultats escomptés. Les équipes de Jean-Yves Lallemand et de Sylvain Blanquet, à l'École Polytechnique, et celle de Gérard Lenoir, à l'Hôpital Necker-Enfants malades, viennent de proposer un nouveau traitement de la maladie fondé sur une meilleure compréhension des mécanismes qui la déclenchent.

La mucoviscidose se révèle par des manifestations digestives et pulmonaires variées : un amaigrissement persistant ; un déficit de la fonction pancréatique ; des bronchites fréquentes. Une concentration élevée en chlorure de sodium dans la sueur confirme le diagnostic. Au début de la maladie, les petites voies aériennes sont obstruées par un mucus visqueux. Normalement ce mucus élimine les débris cellulaires, les micro-organismes ou les particules inspirées ; les cellules ciliées pulmonaires le font avancer et gagner le haut de la trachée, d'où il est expectoré. Quand le mucus est trop visqueux, il s'accumule et obstrue les bronchioles, où des mécanismes inflammatoires et infectieux se déclenchent.

Un seul gène est en cause. L'enfant atteint hérite de ses parents de deux copies anormales de ce gène. Le gène dont les mutations sont responsables de la maladie code la protéine CFTR, un canal chlore, c'est-à-dire une protéine transmembranaire qui contrôle l'entrée des ions chlorures dans les cellules et leur sortie. La mutation la plus fréquente (dans 70 pour cent des cas) est nommée mutation $\Delta F508$, mais d'autres parties codantes du gène peuvent être le siège de mutations. La protéine CFTR est notamment exprimée dans le pancréas, le poumon, le foie, l'intestin et le rein. Toutefois, s'il a bien été prouvé que la protéine CFTR contrôle la concentration cellulaire en ions chlorures, sa fonction ne semblait pas totalement élucidée.

Progressivement, en associant diverses pièces d'un puzzle biochimique,



Dans une cellule normale, le glutathion « pêche » les radicaux libres délétères et les élimine par un canal CFTR. Quand la protéine CFTR est anormale, elle n'autorise pas cette épuration. La protéine MRP, activée par un médicament anticancéreux, semble soulager les patients atteints de mucoviscidose : elle assurerait l'épuration des cellules, compensant la protéine CFTR inefficace.

les trois équipes ont été conduites à proposer que la protéine CFTR a une seconde fonction. Elle servirait aussi de canal à une autre molécule, le glutathion : ce peptide (un fragment de protéine) servirait de piège pour diverses molécules toxiques qui risquent d'endommager les cellules, par exemple les métaux lourds ou les radicaux libres très oxydants. Lorsqu'une molécule de glutathion a harponné une de ces cibles, elle est expulsée activement par le canal CFTR. Lorsque la protéine CFTR est déficiente, elle ne remplit plus son rôle, de sorte que les éléments toxiques, notamment les radicaux libres, s'accumulent, finissant par détruire la cellule.

Comment les chimistes et les biologistes ont-ils eu l'idée que la molécule CFTR est non seulement un canal passif pour les ions chlorures, mais aussi un canal actif pour le glutathion ? En observant un patient atteint d'une mucoviscidose, mais aussi d'un cancer. Traité par des agents anticancéreux, il fut rapidement soulagé de sa mucoviscidose. On sait que les substances anticancéreuses déclenchent souvent la production d'une protéine endogène de résistance aux agents anticancéreux : cette protéine de défense rend le traitement inefficace, car elle inactive les molécules thérapeutiques agressives pour les cellules tumorales, mais aussi pour les cellules normales. Ainsi, l'administration de substances anticancéreuses aurait déclenché, chez le patient atteint de mucoviscidose, la production des protéines de résistance aux anticancéreux, MRP et MDR. Or la protéine MRP ressemble tellement à la protéine CFTR qu'elle l'aurait remplacée : elle aurait assuré le rôle de canal actif, évacuant, par l'intermédiaire du glutathion, les radicaux libres toxiques.

BRÈVES

En prendre de la graine

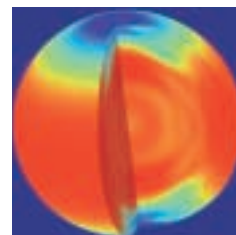
Quel est le descendant le plus direct du pommier qui a inspiré à Newton la théorie de la gravitation universelle ? Madan Thangavelu, de Wye College en Angleterre, examine les empreintes génétiques de différents pommiers du jardin de Newton. L'un d'eux semble un meilleur candidat. Les gestionnaires souhaitent planter ses graines dans tous les Instituts de physique des zones tempérées du Globe.

Du plomb aux caries

Les caries sont plus fréquentes chez les personnes exposées au plomb par l'eau de boisson, des peintures à base de plomb ou encore des gaz d'échappement des voitures et des rejets industriels. Une équipe américaine a montré qu'une exposition pré- ou périnatale de souriceaux à du plomb entraîne aussi une augmentation notable des caries : le plomb se concentre dans les glandes mammaires et, donc, dans le lait de la mère.

Jets polaires

Des astrophysiciens de l'Université Stanford ont découvert, grâce aux mesures du satellite SOHO, des courants de gaz chaud circulant à plus de 20 000 kilomètres sous la surface du Soleil. Ces courants, analogues aux alizés terrestres, ceinturent l'hémisphère Sud et Nord de notre étoile. Les chercheurs ont également mis en évidence des jets polaires qui assurent la circulation de gaz entre l'équateur et les pôles.



Classes de niveau

La répartition des collégiens dans des classes de niveau homogène améliore-t-elle leurs résultats ? Selon Marie Duru-Bellat et Alain Mingat, de l'Institut de recherche sur l'économie de l'éducation de Dijon, l'avantage des classes de niveau est bien inférieur à leurs inconvénients. La progression des meilleurs élèves dépend peu du niveau moyen de la classe où ils se trouvent. En revanche, les collégiens les plus faibles progressent plus au cours d'une année s'ils sont dans une classe de niveau moyen supérieur au leur...

Suite page 30