



Caractérisation de l'inflammabilité et de l'explosivité des poussières, gaz et vapeurs pour évaluer les risques de formation et d'explosion d'ATEX

La mise en œuvre industrielle de produits combustibles à l'état de gaz, liquides, vapeurs ou solides pulvérulents est à l'origine de nombreuses situations accidentelles mettant en cause des phénomènes d'incendie et d'explosion, dont les conséquences humaines et économiques sont souvent très lourdes.



Les dispositions réglementaires en matière d'atmosphères explosives (ATEX) sont issues de la transposition des directives européennes ATEX 94/9/CE et 1999/92/CE. Elles sont destinées à lutter contre ces phénomènes et demandent aux employeurs d'évaluer les risques d'explosion et de prendre les mesures de prévention et de protection adaptées pour assurer la santé et la sécurité des travailleurs.

Cette démarche nécessite de prendre en compte les phénomènes physiques à l'origine de la formation et de l'inflammation des ATEX, et donc de caractériser l'inflammabilité et l'explosivité des produits concernés. Pour cela, différents paramètres doivent être déterminés par des essais de laboratoire. Les essais pertinents sont sélectionnés en fonction des produits et des procédés mis en œuvre.

L'INERIS caractérise expérimentalement l'inflammabilité et l'explosivité des poudres ou poussières, des liquides et des gaz, suivant les méthodes d'essai normalisées. Si aucun essai standardisé n'est défini ou lorsque ces essais ne sont pas adaptés au produit ou à l'objet à tester, l'INERIS peut proposer et mettre en œuvre des protocoles expérimentaux non normalisés.

Il est tout d'abord nécessaire d'évaluer l'aptitude du produit à générer des ATEX. Ensuite, il faut caractériser la sensibilité à l'inflammation du produit afin d'identifier les sources d'inflammation potentiellement actives. Enfin, la violence de l'explosion doit être mesurée.

1. Aptitude à générer des ATEX

Pour qu'un produit combustible donne lieu à une explosion, sa concentration doit se situer dans le domaine d'explosivité, défini par les limites inférieures (LIE) et supérieure (LSE) d'explosivité dans l'air. Dans le cas particulier des poussières et des poudres, seule la LIE est prise en compte. De plus, il peut être judicieux pour ces produits de rechercher à ce stade les caractéristiques de violence d'explosion afin de mettre en évidence leur aptitude à former des ATEX lorsqu'elles sont en suspension dans l'air.

En ce qui concerne les liquides, la connaissance du point d'éclair est nécessaire mais n'est pas suffisante pour évaluer le risque associé à la situation d'équilibre liquide-vapeur. En effet, il est préférable d'utiliser dans ce cas la valeur du point inférieur d'explosion, qui est la température à laquelle la concentration de la vapeur en équilibre avec le liquide est égale à la LIE.

Enfin, la détermination expérimentale de la concentration limite en oxygène (CLO) permet d'établir le diagramme ternaire d'explosivité d'un produit en présence d'un gaz inerte. Cette caractéristique dépend à la fois du combustible et de la nature de l'inerte.



Bombe de 6 L utilisée pour la mesure des limites inférieure et supérieure d'explosivité (LIE et LSE) et de la concentration limite en oxygène (CLO), de la pression maximale d'explosion (P_{max}) et de la vitesse maximale de montée en pression ($((dp/dt)_{max})$), des gaz et des vapeurs.



2. Sensibilité à l'inflammation

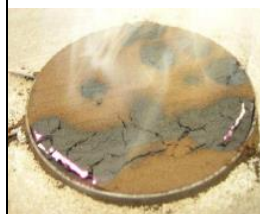
Le risque d'inflammation par surface chaude doit être apprécié au regard des valeurs de la température d'auto-inflammation (TAI) d'un gaz ou d'une vapeur, ou des températures minimales d'inflammation (TMI) en couche et en nuage d'un produit pulvérulent.

Dans le cas de certains produits, il peut être nécessaire de caractériser l'aptitude à l'auto-échauffement, au moyen d'un essai d'analyse thermique différentielle couplée à une analyse thermique gravimétrique (ATD-ATG).

Si cet essai montre que le produit est sensible à l'auto-échauffement, des essais en étuves isothermes permettent d'établir la relation entre la dimension du stockage et la température critique d'auto-échauffement.

La valeur de l'énergie minimale d'inflammation (EMI) renseigne sur les types de sources d'inflammation instantanées à considérer.

Dans le cas des pulvérulents inflammables, la mesure de l'EMI peut être complétée par celles de la résistivité volumique et du temps de demi-décharge.



Essai de détermination de la température minimale d'inflammation (TMI) en couche de poussières.

Four utilisé pour la mesure de la température minimale d'inflammation (TMI) en nuage de poussières.



Cube pendant un essai d'auto-échauffement en étuve isotherme.

Essai de détermination de l'énergie minimale d'inflammation (EMI) de poussières.



3. Violence de l'explosion

La violence de l'explosion est évaluée au cours d'essais durant lesquels deux valeurs caractéristiques sont relevées :

- la pression maximale d'explosion : P_{max} ,
- la vitesse maximale de montée en pression : $(dP/dt)_{max}$. Dans le cas des poussières, le coefficient de violence d'explosion (Kst) est calculé avec cette valeur expérimentale.



Sphère de 20 L utilisée pour la mesure de la pression maximale d'explosion (P_{max}), du coefficient de violence d'explosion (K_{st}), de la limite inférieure d'explosivité (LIE) et de la concentration limite en oxygène (CLO) des poussières