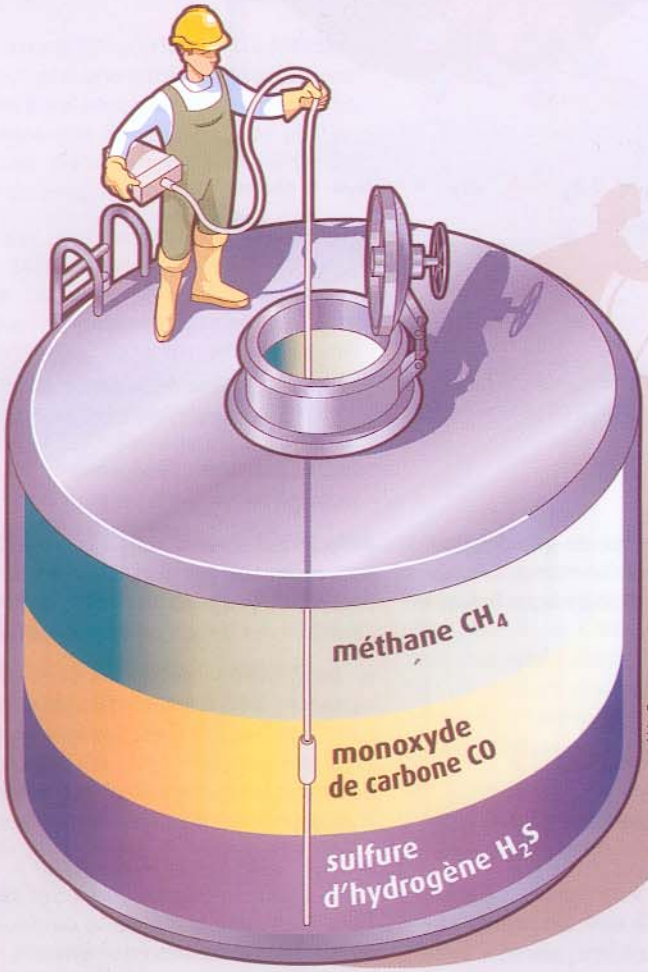
Institut National de Recherche et de Sécurité

FICHE PRATIQUE DE SÉCURITÉ

ED 116



Détection préventive avant intervention dans une citerne. Les gaz se répartissent en fonction de leur densité

Évaluer les risques dus au travail en atmosphères explosibles est désormais une obligation réglementaire. Les explosimètres sont des instruments de mesure pouvant être utilisés à cet effet. Il est donc indispensable d'en connaître les conditions et les limites d'utilisation. Aussi le fonctionnement des explosimètres dans différents types d'atmosphères est-il présenté, ainsi que les règles à respecter pour effectuer des mesures fiables. De la fiabilité de ces mesures dépend en effet la sécurité finale des personnes évoluant dans les zones à risque d'explosion.

Les explosimètres

La nouvelle réglementation concernant la protection des travailleurs contre les risques des atmosphères explosibles impose désormais une évaluation de ces risques. Celle-ci peut, en particulier, être effectuée en utilisant des instruments de mesure appelés explosimètres. L'objectif de cette fiche est de faire le point sur les possibilités de ces appareils et sur les précautions à prendre lors de leur utilisation afin d'avoir des mesures fiables permettant d'assurer la sécurité des personnes évoluant dans des zones à risques d'explosion.

Principes de fonctionnement

La détection des gaz et vapeurs combustibles peut se faire selon plusieurs principes. Le choix se fera en fonction de l'objectif qui est recherché et des caractéristiques du milieu à évaluer.

Les explosimètres les plus couramment utilisés fonctionnent par oxydation catalytique du gaz. Ils sont particulièrement bien adaptés pour des concentrations de gaz dans l'air ne dépassant pas la LIE (1).

Un capteur catalytique est constitué d'une cellule comportant deux filaments dont l'un est enduit d'un catalyseur. Une membrane de diffusion permet l'entrée du gaz dans la cellule. L'oxydation du gaz combustible au niveau du filament catalytique entraîne une augmentation de sa température (fig. 1), ce qui modifie sa résistance électrique. La mesure est effectuée en comparant cette résistance avec celle du deuxième filament,

(1) La LIE ou Limite Inférieure d'Explosivité d'un gaz ou d'une vapeur est la concentration minimale en volume dans l'air au-dessus de laquelle il peut être enflammé.

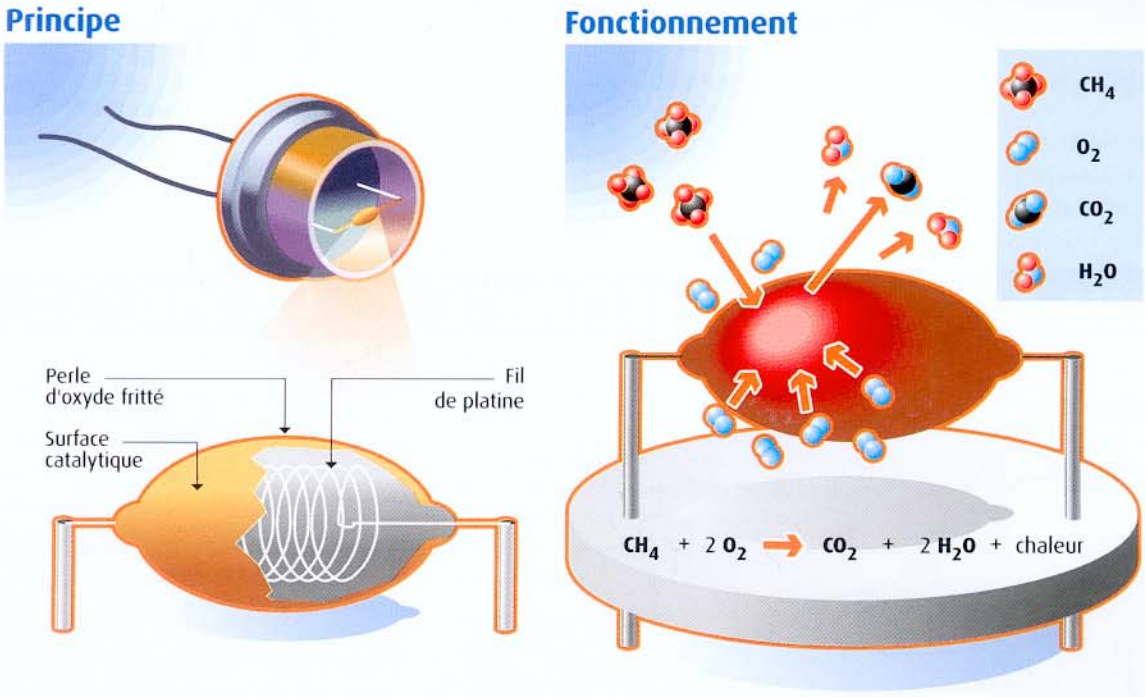


Fig. 1. Explosimètre à oxydation catalytique : principe de fonctionnement

non enduit de catalyseur, qui sert de référence. Le signal délivré par le capteur est proportionnel à la concentration en gaz combustible, du moins tant que celle-ci n'est pas trop élevée. En effet, le signal passe par un maximum lorsque le mélange de gaz combustible dans l'air atteint la concentration stœchiométrique ([2]) ; il diminue au-delà, la concentration en oxygène devenant insuffisante pour permettre la combustion totale du gaz. Pour cette raison, les explosimètres fonctionnant par oxydation catalytique ne peuvent être utilisés que pour des concentrations ne dépassant pas la LIE.

Lorsque la concentration en gaz explosible dépasse la LIE, l'utilisation d'un appareil utilisant la conductivité thermique du mélange gazeux est nécessaire. Un tel système de détection donne la concentration en gaz combustible et non le pourcentage par rapport à la LIE.

Les deux principes de mesure peuvent être couplés dans certains appareils portables.

La réponse d'un explosimètre dépend de la nature des gaz présents. Un appareil est étalonné pour un gaz donné (méthane par exemple). Rigoureusement, il ne peut alors être utilisé que pour la mesure de ce gaz. Il est cependant possible de mesurer un autre type de gaz à condition de corriger la valeur donnée par un facteur de conversion qui dépend du gaz à détecter, du gaz d'étalonnage et de l'instrument lui-même. Les facteurs de conversion sont fournis par le fabricant (voir fig. 2).

Types d'appareils

On trouve sur le marché trois grands types d'explosimètres :

- **DES APPAREILS PORTATIFS,** parfois très légers, destinés à être accrochés aux vêtements de travail ou portés à la ceinture ; ils peuvent fonctionner soit par diffusion, et servent alors à la protection des personnes, soit par circulation à l'aide d'une pompe, et peuvent alors être utilisés pour contrôler des locaux avant pénétration ;
- **DES APPAREILS PORTABLES OU TRANSPORTABLES,** parfois sous forme de balise, sur lesquels il est souvent possible de raccorder plusieurs têtes de détection afin de couvrir temporairement toute une zone à risque, pendant un chantier par exemple ;
- **DES INSTALLATIONS FIXES** constituées d'une ou de plusieurs têtes de détection. Elles sont installées à demeure dans des locaux ou sur des équipements.

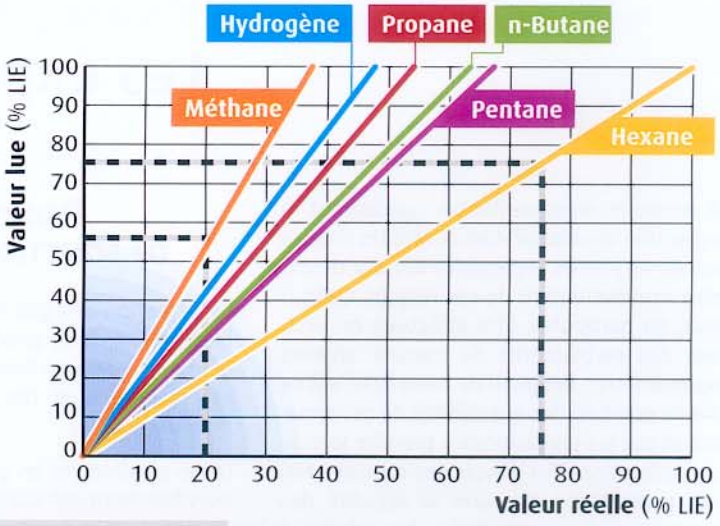


Fig. 2. Sensibilité d'un détecteur à oxydation catalytique pour différents types de gaz

([2]) La concentration stœchiométrique est celle pour laquelle il y exactement la quantité d'oxygène nécessaire pour brûler le gaz ou la vapeur combustible.

UTILISATION

Il est indispensable de respecter les spécifications du fabricant pour ce qui est des plages d'utilisation de l'explosimètre (températures, humidité, teneurs en oxygène, pressions...).

Le cas le plus favorable pour la réalisation de mesures précises est évidemment celui où l'explosimètre est utilisé pour une atmosphère contenant le gaz avec lequel il a été étalonné.

À la mise en marche, certains appareils portatifs effectuent une remise à zéro automatique, il est donc nécessaire de les mettre en marche dans une atmosphère non polluée (à l'extérieur par exemple), pour éviter un décalage du zéro.

Certains gaz ou vapeurs peuvent avoir des densités très différentes de l'air. En atmosphère calme, les gaz ou vapeurs plus denses que l'air (solvants par exemple) peuvent s'accumuler dans les parties basses alors que les gaz légers (hydrogène par exemple) peuvent s'accumuler dans les parties hautes. Il est nécessaire de prendre en compte ces phénomènes de stratification pour savoir où faire les mesures et disposer correctement les capteurs.

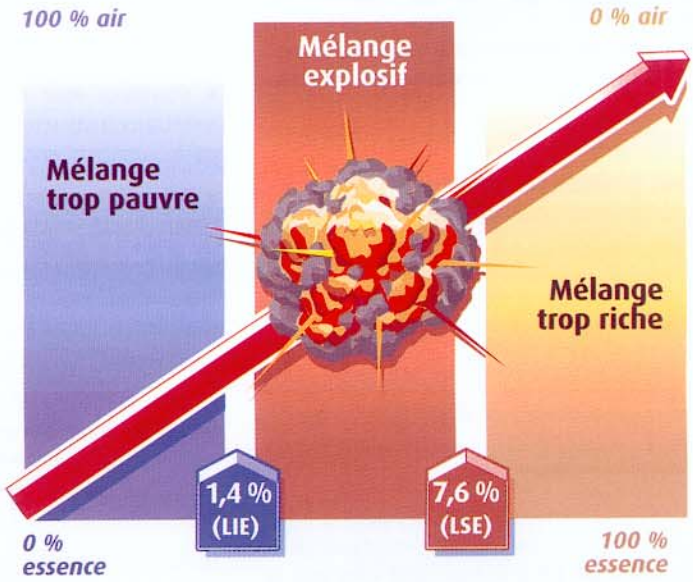


Fig. 3. Domaine d'inflammabilité de l'essence (échelles non proportionnelles)

... en présence d'un gaz ou d'une vapeur pour lequel l'explosimètre n'a pas été étalonné

Pour obtenir une évaluation précise, il est nécessaire d'utiliser le facteur de correction donné par le fournisseur. La précision sera d'autant meilleure que le facteur de correction est proche de 1.

Lorsqu'on cherche à mesurer des vapeurs provenant d'un solvant, liquide à température ambiante, l'étalonnage avec le solvant en question est très difficile ; on peut alors réaliser l'étalonnage avec un gaz (le pentane en général) qui donne une réponse proche de celles des solvants.

L'utilisation d'un explosimètre étalonné avec le méthane est possible en présence d'autres gaz ou vapeurs à condition que le seuil d'alarme soit fixé à une fraction de la LIE suffisamment faible (10 % par exemple) pour que l'on soit sûr d'être alerté nettement en dessous de la LIE, même avec les vapeurs donnant la réponse la moins bonne. Les explosimètres portables sont souvent utilisés de cette façon.

... en présence d'un mélange de gaz ou de vapeurs

Les explosimètres ne sont généralement pas étalonnés pour de tels mélanges. Lorsqu'on cherche seulement à s'assurer qu'il n'y a pas de risque d'explosion, il est préférable que l'appareil soit étalonné avec celui des produits à contrôler auquel il est le moins sensible. L'indication fournie pour les gaz ou vapeurs auxquels il est plus sensible sera alors surévaluée, ce qui permet de garantir l'absence de risque d'explosion.

Un explosimètre étalonné avec le méthane peut être utilisé dans les mêmes conditions que précédemment.

... en atmosphère chaude

De telles atmosphères se rencontrent en particulier dans des étuves, des tunnels et des cabines de séchage.

L'augmentation de la température entraîne une diminution de la LIE et une augmentation de la LSE ([3]). Ces variations ne sont sensibles que pour des élévations relativement importantes de la température en tout cas supérieures aux fluctuations de la température ambiante.

La mesure dans des atmosphères chaudes pose des difficultés :

- la cellule de mesure ne peut être placée dans la zone chaude qu'à condition de respecter les spécifications du fabricant ;
- l'aspiration et le refroidissement des gaz chauds prélevés conduiront, dans de nombreux cas, à des problèmes de condensation des vapeurs avant la mesure ;
- l'abaissement de la LIE à température élevée peut devoir être pris en compte dans certains cas ;
- l'introduction d'un appareil froid dans un local chauffé peut également entraîner la condensation de vapeur d'eau au niveau de la sonde de prélèvement ou du capteur et causer une perturbation de la mesure.

... en atmosphère appauvrie ou enrichie en oxygène

Lorsque diminue la quantité d'oxygène dans un mélange d'air et de gaz ou de vapeurs inflammables, le domaine d'inflammabilité est réduit (la LIE augmente et la LSE diminue). En dessous d'une certaine teneur en oxygène, propre à chaque produit inflammable, l'inflammation devient impossible (voir fig. 3). Le fonctionnement des explosimètres à oxydation catalytique nécessite la présence d'oxygène. En dessous d'une certaine quantité de ce gaz, le fonctionnement de l'appareil sera perturbé.

Lorsque l'atmosphère est enrichie en oxygène, la LIE n'est quasiment pas modifiée alors que la LSE augmente de façon importante, l'inflammation du mélange gazeux est facilitée car elle demande moins d'énergie. Une augmentation de la teneur en oxygène de quelques pour cent ne perturbe pas le fonctionnement des explosimètres.

([3]) La LSE ou Limite Supérieure d'Explosivité d'un gaz ou d'une vapeur est la concentration minimale en volume dans l'air au-dessous de laquelle il peut être enflammé.

Dans le cas de la présence potentielle d'atmosphères appauvries ou enrichies en oxygène, l'utilisation d'appareil couplant un explosimètre et d'un oxygénomètre permettra une meilleure évaluation du risque.

... en présence de certaines substances chimiques

La réponse des cellules catalytiques peut être diminuée ou complètement supprimée par certaines substances « poison » du catalyseur comme les dérivés du plomb et du potassium, les silicones, les hydrocarbures chlorés ainsi que les produits de décomposition de certains plastiques (polychlorure de vinyle, polychloroprène).

Dans le cas particulier des produits à base de silicone, la sensibilité des détecteurs peut être diminuée pour le méthane sans que la sensibilité aux gaz et vapeurs combustibles ne soit affectée. Cela peut avoir des conséquences graves lorsqu'on cherche à détecter du méthane avec un détecteur étalonné ou contrôlé avec un autre gaz.

Des dépôts de poussières ou de liquides mal retenus par le filtre peuvent également perturber le fonctionnement de la cellule de mesure.

Un contrôle périodique de l'étalonnage permet de vérifier que le fonctionnement de la cellule n'a pas été altéré.

Entretien et étalonnage

Pour assurer le fonctionnement correct des explosimètres, il est nécessaire :

- d'**assurer leur maintenance** conformément aux instructions figurant dans la notice du constructeur,
- de **contrôler périodiquement** leur étalonnage au moyen d'un gaz étalon,
- de les faire **entretenir et réétalonner** chaque fois que nécessaire par des personnes compétentes ou par le constructeur qui dispose des matériels nécessaires.

Il peut être utile d'effectuer un contrôle quotidien du fonctionnement d'un explosimètre en utilisant un mélange dont la concentration en gaz explosible est au-dessus du seuil d'alarme.

Lorsqu'un explosimètre est étalonné avec un gaz autre que le méthane, un test de la réponse avec un mélange contenant du méthane permettra de détecter un début d'empoisonnement du capteur.

D'une façon générale, l'entretien de l'appareil est destiné à :

- maintenir en état de fonctionnement la cellule de mesure (en remplaçant périodiquement le filtre qui la protège) et le système de prélèvement par aspiration des mélanges gazeux lorsqu'il existe ;
- assurer à l'appareil une alimentation électrique convenable (contrôle et changement des piles ou rechargement des batteries pour les appareils portables).

Les explosimètres sont susceptibles de se trouver dans des atmosphères déjà explosibles. Il est donc souhaitable d'utiliser des explosimètres de sûreté (ils ne le sont pas tous). Ils seront alors conformes au décret n° 96-2020 relatif aux appareils et aux systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles.

Normes

- **NF EN 50054** - Appareils électriques de détection et de mesure des gaz combustibles. Règles générales et méthodes d'essais. 1992.
- **NF EN 50055** - Appareils électriques de détection et de mesure des gaz combustibles. Règles de performances des appareils du groupe I pouvant indiquer jusqu'à 5 % (v/v) de méthane dans l'air. 1992.
- **NF EN 50056** - Appareils électriques de détection et de mesure des gaz combustibles. Règles de performances des appareils du groupe I pouvant indiquer jusqu'à 100 % (v/v) de méthane dans l'air. 1992.
- **NF EN 50057** - Appareils électriques de détection et de mesure des gaz combustibles. Règles de performances des appareils du groupe II pouvant indiquer jusqu'à 100 % de la limite inférieure d'explosivité. 1992.
- **NF EN 50058** - Appareils électriques de détection et de mesure des gaz combustibles. Règles de performances des appareils du groupe II pouvant indiquer jusqu'à 100 % (v/v) de gaz. 1992.

Auteurs : Bruno COURTOIS,
Jean-Michel PETIT

Les auteurs remercient François CAGNON de la Direction de la Recherche de Gaz de France pour son aide.

Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
30, rue Olivier-Noyer 75680 Paris cedex 14 • Tél. 01 40 44 30 00 • Fax 01 40 44 30 99 • Internet : www.inrs.fr • e-mail : info@inrs.fr

 paru dans Travail et Sécurité, mars 2004 © INRS - Dessins : wag - Secrétaire de rédaction : Christine Larcher.