

L'explosimétrie

1. Qu'est ce qu'une explosion ?

L'explosion est due à la présence d'un combustible mélangé à un comburant dans des proportions données, qui en présence d'une source d'ignition ou de chaleur, va se consumer très rapidement.

Deux phénomènes peuvent être observés :

- Effets de souffle : onde de choc. (Une explosion en milieu confiné est donc plus dangereuse qu'en milieu ouvert ...)
- Dégagement de chaleur : front de flamme

2. Rappel de quelques définitions.

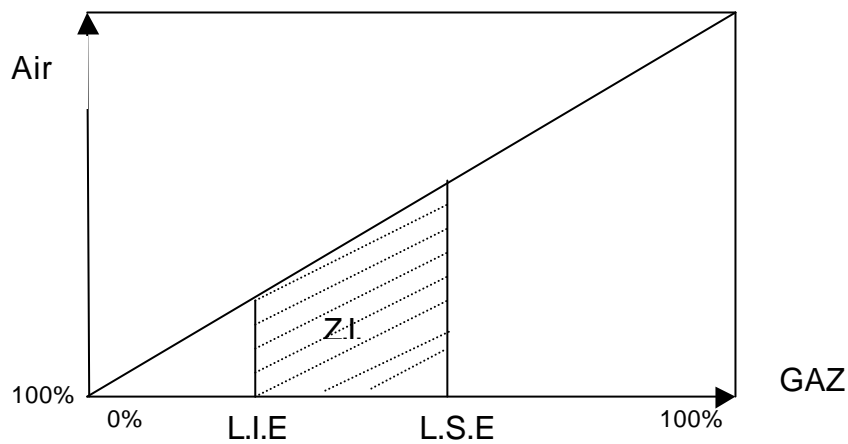
- **Point éclair** : C'est la température minimale à laquelle un liquide en présence d'air et dans des conditions normales de température et de pression, donne des vapeurs susceptibles de s'embraser au contact d'une source d'allumage.
- **Point d'inflammation ou point de flamme** : C'est la température à laquelle le liquide émet suffisamment de vapeurs pour continuer à brûler de lui-même quand on l'a enflammé. Il est généralement supérieur de 3 ou 4 °C du point éclair.
- **Point d'auto inflammation** : C'est la température à laquelle un corps émet des vapeurs qui, mélangées à l'air s'enflamment spontanément.
- **Energie d'activation** : Lorsqu'un mélange inflammable n'est pas à sa température d'auto inflammation, une énergie extérieure dite d'activation est nécessaire pour démarrer la combustion.

3. Les limites d'inflammations ou d'explosivités.

a. Définitions.

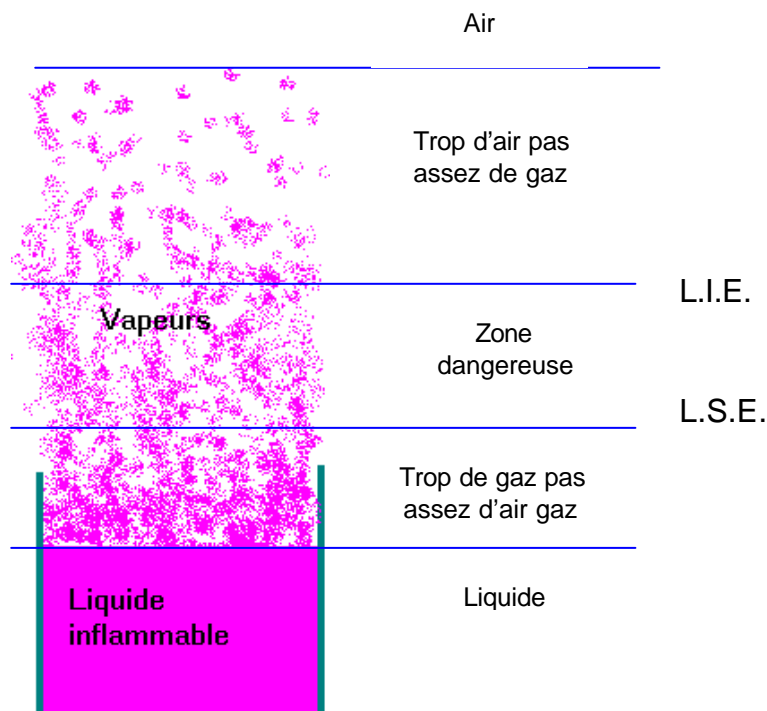
- **Limite inférieure d'inflammation ou d'explosivité (LIE ou LII)** : La LIE d'un gaz ou d'une vapeur est la concentration minimale au-dessus de laquelle il peut être enflammé.

- **Limite supérieure d'inflammation ou d'explosivité (LSE ou LSI) :** La LSE d'un gaz ou d'une vapeur dans l'air est la concentration maximale au-dessous de laquelle il peut être enflammé.
- **Zone d'inflammation (Z.I.):** C'est la zone dangereuse, elle est le domaine des compositions comprises entre la LIE et LSE (zone en jaune).



b. Quelques exemples pour illustrer les limites d'explosivités.

1. Le récipient ouvert.



2. Le moteur à explosion

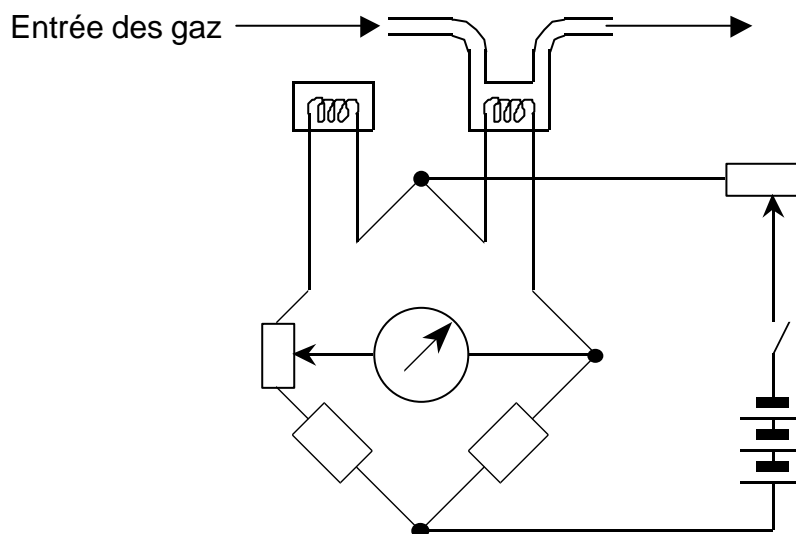
Il est possible de faire une analogie avec les moteurs à essence. Quand il n'y a pas assez de vapeurs d'essence dans les cylindres, le moteur ne démarre pas. Il s'agit d'un mélange trop pauvre car la concentration est inférieure à la LIE (soit 1,4 % dans le cas de l'essence). D'un autre côté, le moteur ne démarre pas non plus quand la teneur en vapeurs d'essence dépasse la LSE (7,6 % dans le cas de l'essence). On dit alors que le "moteur est noyé" (mélange trop riche). Il est important de noter que les limites d'explosion sont normalement données pour des mélanges de gaz ou de vapeurs avec l'air. Le mélange avec un gaz comburant étend normalement la plage d'explosibilité (en particulier du côté de la LSE) et augmente la puissance de l'explosion. Pour poursuivre l'analogie avec le moteur à essence, songeons à l'effet produit par l'addition d'oxyde nitreux dans l'admission d'air des voitures de course. L'oxyde nitreux, étant un gaz comburant, suralimente le moteur et augmente sa puissance.

4. Explosimètre et Catharomètre.

a. Principe de fonctionnement de l'explosimètre.

1. Schéma

Un explosimètre fonction avec un pont de Weaston. Le pont de Weaston va permettre de mesurer le déséquilibre de résistance dans la chambre de mesure.



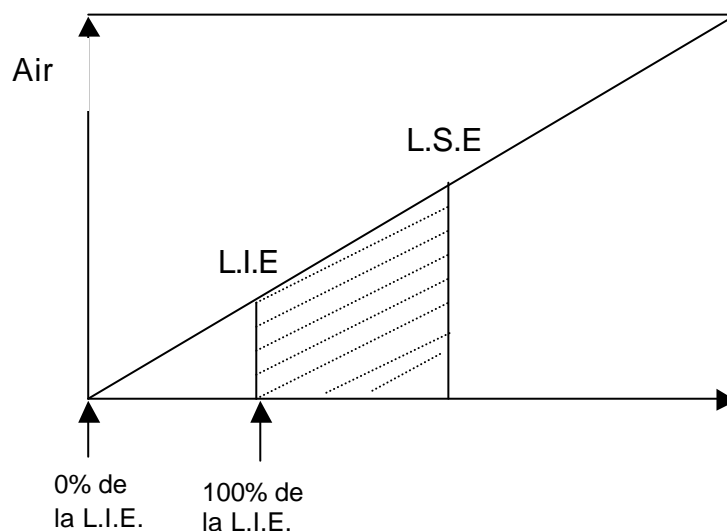
2. Principe de fonctionnement d'un explosimètre par OXYDATION CATALYTIQUE

Dans une chambre de combustion, un filament est chauffé à haute température grâce à un courant électrique qui le traverse.

Lorsqu'un mélange gazeux est admis dans la chambre de combustion, il y a oxydation déclenchée et aidée par le catalyseur (platine).

L'oxydation provoque une élévation de la température importante du filament : la résistance électrique de celui-ci change donc la valeur du courant électrique.

Ce type d'explosimètre va mesurer la quantité de gaz présent entre 0% et 100% de la L.I.E.



b. Principe de fonctionnement d'un catharomètre fonctionnant par conductibilité calorifique.

Dans une chambre de combustion, un filament est chauffé à faible température par un courant électrique qui le traverse (température inférieure à la température d'auto-inflammation des gaz mesurés).

Lorsqu'un mélange gazeux est admis dans cette chambre, ce mélange est réchauffé, mais non oxydé par le filament.

Cet échange thermique se traduit par une baisse de température du filament entraînant une variation de sa résistance, donc une modification du courant électrique qui le traverse.

Cette technologie permet de mesurer la CONCENTRATION de GAZ en POURCENTAGE.(de 0% à 100% de gaz dans un volume)

5. Gaz de calibration de l'explosimètre.

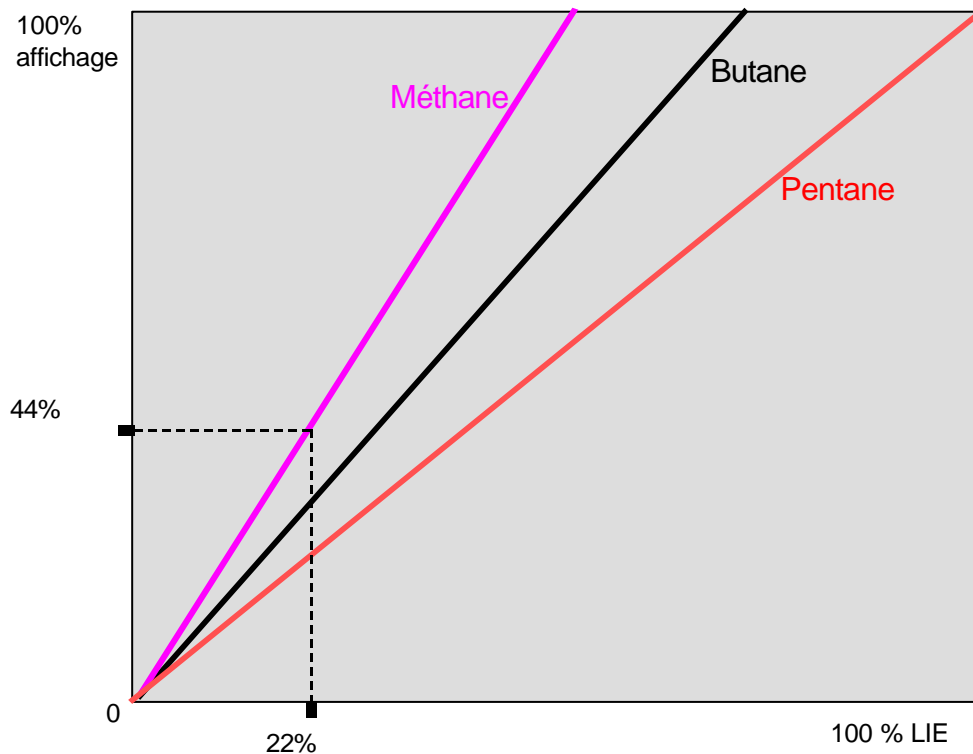
a. Conversion.

Les explosimètres sont calibrés sur un gaz donné, ayant des limites d'explosivités spécifiques à celui-ci.

Pour mesurer un gaz autre que le gaz de calibration, il existe des courbes de conversions.

Prenons un cas commun chez les Sapeurs Pompiers : un explosimètre calibré sur le pentane.

Attention : la courbe et les valeurs utilisés ci-dessous sont à titre d'exemple. Chaque une des marques et des modèles d'explosimètres ont leurs propres courbes !



Pour cet explosimètre lorsque l'on mesure du pentane, si l'appareil affiche 100%, on est à 100% de la L.I.E. du Pentane ; Si l'appareil affiche 50%, on est à 50% de la L.I.E. du Pentane... (100% de la LIE du Pentane correspond à 1,6% de gaz dans l'air).

Pour le même type d'explosimètre lorsque l'on mesure du méthane, si l'appareil affiche 44%, on est à 22% de la LIE du méthane...(100% de la LIE du méthane correspond à 5% de gaz dans l'air)

Ici on a donc un facteur 0,5. Pour connaître le pourcentage de LIE du méthane sur cet explosimètre calibré sur le pentane la formule est la suivante :

<i>Pourcentage de LIE du Méthane = 0,5 x Valeur affichée sur l'explosimètre</i>
--

b. Calcul de la concentration d'un gaz inflammable à l'aide de l'explosimètre.

Prenons le cas de l'explosimètre précédemment cité.

Quelle est la concentration en méthane si l'explosimètre (calibré au pentane) affiche 44% ?

- Calcul du pourcentage de LIE du méthane :

- $44 \times 0,5 = 22\%$

On est à 22% de la LIE du Méthane

- Calcul de la concentration en méthane :

La LIE du méthane étant à 5%, on a donc

$$5 \times 22 / 100 = 1,1\%$$

On a donc 1,1% de méthane au point de mesure. C'est se qu'on l'on mesurerait avec un catharomètre calibré sur le méthane.

6. Calcul de la LIE du méthane.

a. Le point de Stœchiométrie.

Il existe une formule de calcul permettant la détermination de la LIE. Cette LIE est calculée au Point de Stœchiométrie « S ».

Nombre de moles de combustible $1S = \frac{\text{-----}}{\text{Nombre de moles des réactifs de l'équation}} \times 100$
--

On obtient des pourcents.

b. Calcul de «S » pour le méthane.

1. Rappels de la composition de l'air :

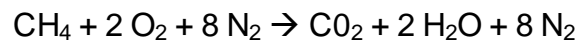
78% Azote N₂

21% Oxygène O₂

1% Gaz rares

Soit 1/5 Oxygène et 4/5 Azote

2. Equation de combustion du Méthane :



3. Calcul du point de Stœchiométrie :

1S = 1 mole de méthane / (1 moles du méthane + 2 moles de l'oxygène + 8 moles de l'azote)

$$\text{d'où } 1S = 1 / 11 = 9,1 \%$$

c. Calcul de la LIE.

En fait statistiquement, on s'est aperçu que la majorité des gaz combustibles (sauf l'hydrogène notamment) la limite inférieure d'inflammabilité ou d'explosivité est égale à:

$$LIE = LII = 0,5 \times S + 0,1$$

D'où pour le méthane :

$$LIE = (0,5 \times 9,1) + 0,1 = \text{environ } 5\%$$

7. Précautions lors de l'utilisation d'un explosimètre.

- Il faut connaître le gaz de calibration.
- Il faut allumer l'explosimètre dans une zone exempte de gaz combustible.
- Il faut vérifier les piles ou les batteries.
- Un explosimètre fonctionnant par oxydation catalytique n'indique pas la présence de gaz combustibles dans un environnement inerte, et ne doit pas être utilisé en atmosphère enrichie en O₂.
- Un explosimètre fonctionnant par oxydation catalytique détecte les vapeurs et gaz combustibles. (pas de poussières d'huile, de charbon, de céréale...)
- Ne pas appuyer sur le centre de la cellule de mesure, elle pourrait être endommagée
- Vérifier que les orifices du boîtier devant les détecteurs soient propres.
- Les inhibiteurs de catalyseur (Composés chlorés ou soufrés, silicones, plomb tétraéthyl...) détériorent la cellule de l'explosimètre.
- L'eau détériore l'explosimètre.
- Lors des mesures, il faut tenir compte des caractéristiques géométriques du local ; présence de points hauts ou bas, caniveaux,..., où peut se produire une accumulation de gaz.
- Lors des mesures, il faut tenir compte Nature du gaz (densité)

Ivan

www.iracle.fr.st