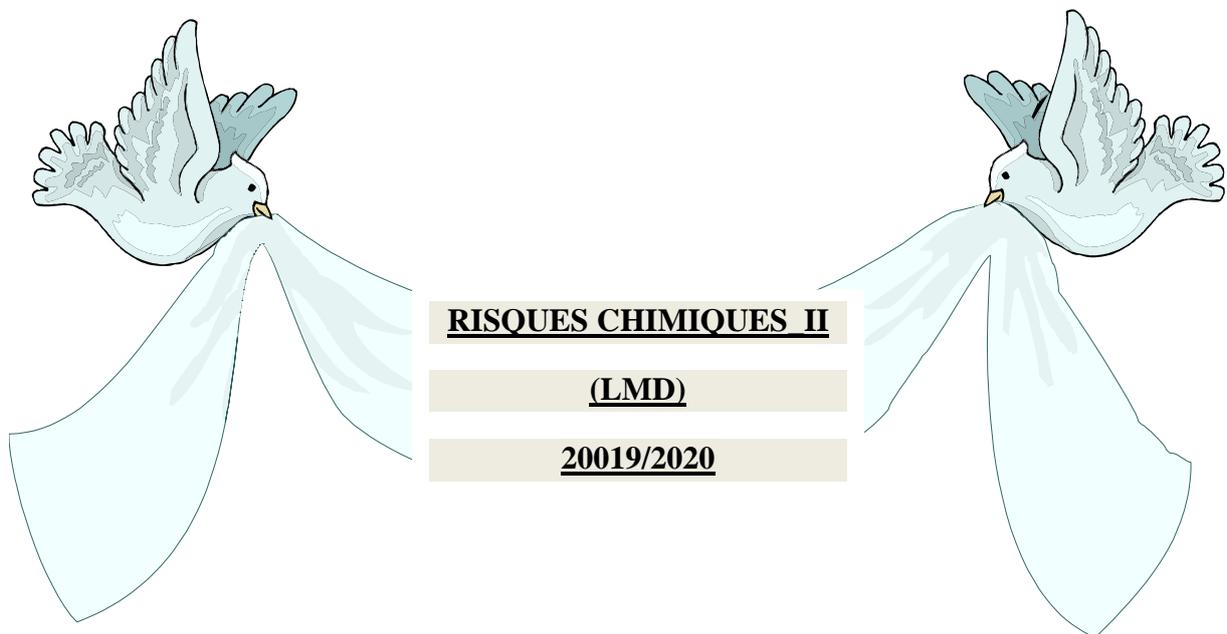


**Université d'Oran2**  
**Institut de Maintenance et de sécurité industrielle (I.M.S.I)**  
**Département de sécurité industrielle et environnement**

جامعة وهران  
معهد الصيانة و الأمن الصناعي  
قسم الأمن الصناعي و البيئة



**Présenté par :**  
**M. KEDDAR**

## Chapitre II-LES PRODUITS CHIMIQUES

### I- Nature des Produits chimiques

**Les produits chimiques sont présents partout**



**Dans tous les secteurs d'activités**



**Sous différentes formes**



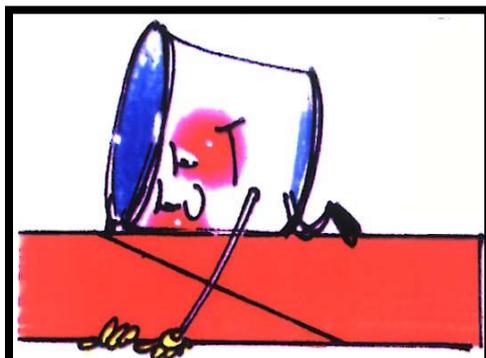
**A la plupart des postes de travail**

**Les produits chimiques sont : utiles et indispensables, car ils sont actifs; Mais parce qu'ils sont actifs, certains peuvent être dangereux pour la santé.**

Les produits chimiques se présentent sous trois états : **solides, liquides et gaz**.  
Ils se répartissent en substances et en préparations :

- 1- **Substances** : Éléments chimiques qui se présentent à l'état naturel, obtenues par un processus de fabrication contenant éventuellement des additifs ou des impuretés.
- 2- **Préparations** : Mélanges composés de deux ou plusieurs substances.
- 3- **Agents chimiques** : Agent tel qu'il se présente à l'état naturel, c'est un produit utilisé et peut être libéré notamment sous forme de déchet. C'est un agent qui présente un risque pour la sécurité et la santé des travailleurs en raison de ses propriétés chimiques, physico-chimiques, ou toxicologiques, y compris ceux pour lesquels il existe une valeur limite d'exposition professionnelle

Les Produits sont Indispensables, ils sont utilisés dans toutes les industries



Électronique - Bâtiment -  
Textile - Mécanique -  
Sidérurgie - Chimie -  
Automobile - Papier - Bois -  
Agriculture - Alimentation -  
Transports-  
....

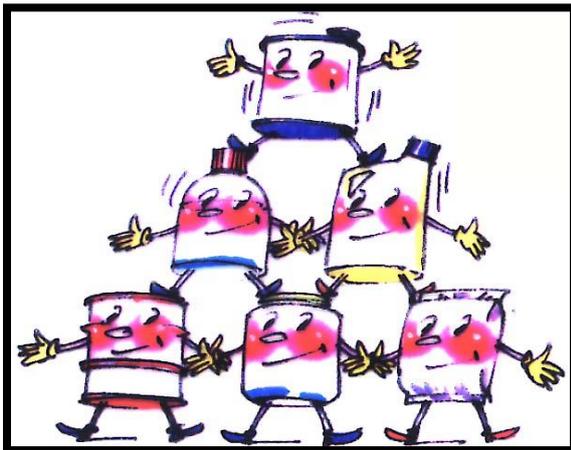


Alcools- Ether-  
Acide chlorhydrique -  
Eau de Javel-  
Ammoniaque-  
Acétone -  
...



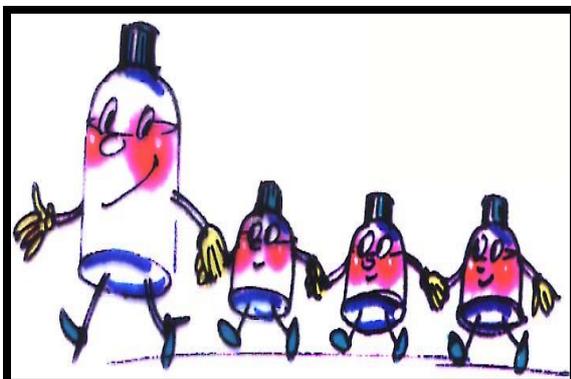
Essence - White spirite - Peintures - Colles  
- Nettoyants Dégraissants - Produits de  
traitement des bois - Huiles - Graisses -  
Produits de décoffrage - Produits de  
traitement de surface des métaux-  
...

Dans l'entreprise, ils sont partout



Livraison- Magasin- Stockage-  
Poste de travail- Laboratoire-  
Atelier d'entretien- Circuit d'élimination  
des déchets- Station d'épuration- Cuves de  
rétention-  
...

On les rencontre, lors des opérations de :



Dépotage - Pesée - Fractionnement -  
Transfert - Utilisation Vidange -  
Conditionnement - Nettoyage - Démontage -  
...

**II- PRINCIPALES INFORMATIONS « sur les Produit chimique »***(Ce qu'il faut connaître sur un produit chimique)*

Les étapes à suivre :

**\*/ Étape N°1 : Connaître et identifier un produit** (Identification et Caractérisation)

- 1- Dénomination usuelle ;
- 2- Numéros d'identification CAS et EINECS ;
- 3- Formule Chimique ;
- 4- Teneurs des impuretés .

**\*/ Étape N°2 : Connaître le principe d'obtention d'un produit**

-/ Le produit peut exister :

- 1- A l'état Naturel ;
- 2- Résulter d'un processus chimique

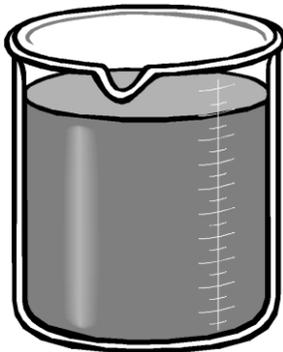
-/ Moyens physiques :

-/ Réactions chimiques : Extraire ou Synthétiser le Produit

**\*/ Étape N°3 : Connaissances des paramètres physico-chimiques**

Les paramètres physico-chimiques à connaître sont principalement :

- 1- Limites inférieure et supérieure d' infla
- 2-Température d'auto inflammation
- 3- Indice d'évaporation
- 4- Pression de Vapeur
- 5- Point d'ébullition
- 6-Explosibilité
- 7-Point éclair
- 8-Viscosité dynamique
- 9-Masse molaire
- 10-Densité
- 11-.....

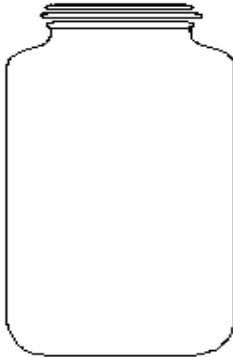
**III- CARACTERISTIQUES DES DES PRODUITS CHIMIQUES****1- Densité des solides et liquides**Elle s'exprime pour les solides et liquides en kg/m<sup>3</sup>.

1 litre d'eau = 1kg

$$\text{Densité} = \frac{\text{masse volumique d'un corps}}{\text{masse volumique de l'eau}}$$

## 2- Densité des gaz

Elle s'exprime en g/l.



1 litre d'air=1,293 kg

$$\text{Densité} = \frac{\text{masse volumique d'un corps}}{\text{masse volumique de l'air}}$$

En règle générale les vapeurs d'hydrocarbure sont plus lourdes que l'air.

## 3- Viscosité des liquides :

C'est la caractéristique des liquides est leur viscosité (la résistance d'un liquide à l'écoulement), qui mesure l'attachement des molécules les unes aux autres et donc la résistance à un corps qui traverserait le liquide. Plus la viscosité est grande, plus le liquide est difficile à traverser.

\*/ **Exemples:** Liquides très visqueux comme le miel, peu visqueux comme l'essence et assez visqueux comme le glycérol, acide phosphorique.

## 4- Température d'ébullition :

C'est la température à laquelle un liquide passe à l'état gazeux: C'est la température à partir de laquelle un liquide entre en ébullition, phénomène qui se produit lorsque:

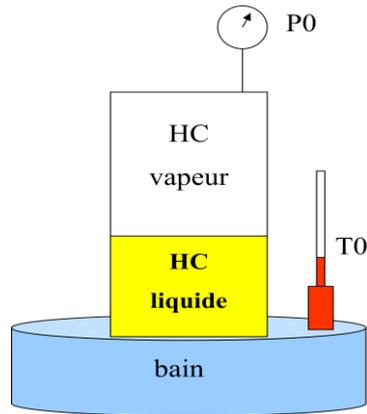
$$\text{TENSION DE VAPEUR} = \text{PRESSION ATMOSPHERIQUE}$$

\*/ **Exemples :** Méthane – 162°, Propane – 44°, Ammoniaque – 33°, Butane 0°, Pentane 36°

## 5- Pression de vapeur ou tension de vapeur :

C'est la pression à laquelle un liquide et sa vapeur sont en équilibre à une température donnée. Un liquide dont la pression de vapeur est élevée s'évapore plus rapidement.

- C'est la faculté d'émettre des vapeurs diffère selon les liquides inflammables ;
- Le Méthane, éthane, propane, butane... sont gazeux à la température ambiante et à la pression atmosphérique ;
- Gasoil, fuel...n'émettent pas de vapeurs dans les conditions ci-dessus ;
- Pour une température donnée  $T_0$ , il s'établit entre la phase liquide et la phase gaz une pression d'équilibre  $P_0$  appelée pression ou tension de vapeur ;
- Pour une température  $T_1 > T_0$ , il s'établit une nouvelle pression d'équilibre  $P_1 > P_0$ .



Si la température diminue, la pression de vapeur diminue.

Entre ces deux catégories, il existe un grand nombre 'hydrocarbures liquides (essence, kérosène) qui émettent plus ou moins de vapeurs ;

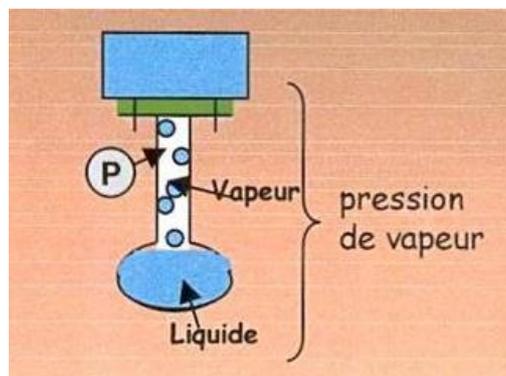
Souvenons-nous : Pression atmosphérique et température influent sur la création de vapeur. Les gaz (GPL/GNL) sont classés en fonction de leur tension de vapeur ;

La Vapeur est la phase gazeuse d'un corps se trouvant à l'état solide ou liquide à la température et à la pression dites ordinaires (0°C et 760 mm Hg)

La tension de vapeur ou pression de vapeur

Si, dans un récipient initialement vide, on met une certaine quantité de liquide, une partie de celui-ci passe à l'état de vapeur; lorsque l'équilibre est atteint, la pression que l'on mesure dans la fraction de vapeur est appelée pression ou tension de vapeur.

Rq: Plus la tension de vapeur est importante, plus le liquide s'évapore facilement, plus il est volatil et plus il peut diffuser dans le milieu ambiant respiratoire.



## 6. Taux d'évaporation:

Il caractérise la facilité d'évaporation d'un produit par rapport à l'éther éthylique :

Volatilité = Durée d'évaporation du Produit/Durée d'évaporation de l'Ether

Le Taux d'évaporation: [Indice d'évaporation (volatilité)] : Il caractérise la facilité d'évaporation d'un produit par rapport à l'éther éthylique :

Volatilité = Durée d'évaporation du Produit/Durée d'évaporation de l'Ether

C'est la vitesse relative d'un produit par rapport à celle de l'éther.

Volatilité = vitesse d'évaporation du produit vitesse d'évaporation de l'éther

Ces deux notions permettent d'apprécier le *risque d'inflammabilité* car on connaît les quantités de vapeurs émises

Le *risque toxicologique* d'un produit car on connaît la vitesse d'émission de ces vapeurs

\*/ Un liquide dont la pression de vapeur est élevée s'évapore plus rapidement.

### 7- Point inflammation :

Il est supérieur au point éclair de quelques degrés (environ 2 à 3°C).

C'est la température à laquelle le liquide émet suffisamment de vapeurs pour former avec l'air un mélange inflammable, qui une fois allumé entretient sa combustion.

Il est aussi appelé point de flamme.

### 8- Température d'Auto Inflammation:

C'est la température minimale pour laquelle un mélange de vapeurs (combustible+air), à une pression donnée, s'enflamme spontanément au contact d'une surface chaude. En l'absence de source d'allumage, un mélange gazeux, compris dans les limites d'inflammabilité, peut s'enflammer spontanément s'il est porté à une certaine température. La température d'auto inflammation aussi appelé température d'auto ignition ou d'auto combustion.

\*/**Quelques exemples** de point d'auto inflammation : Essence auto + 371°, acétone + 540°, gasoil + 330°, huile de graissage lourde + 400°.

Le point éclair, point d'inflammation et point d'auto inflammation sont caractéristiques pour chaque produit :

\*/ Plus un produit est lourd, plus son point éclair est élevé.

\*/ A l'inverse son point d'auto inflammation peut-être bas.

-/ Les carburants : PE < 0°C – PAI > 350°C

-/ Les résidus : PE > 100°C – PAI env. 230°C

### 9- Température d'auto ignition :

C'est une température la plus basse à laquelle s'effectue la combustion spontanée d'un produit

➤ Elle s'amorce d'elle-même en l'absence de toute flamme ou étincelle

➤ Plus la température d'auto ignition se rapproche de la température

Ambiante plus le risque d'incendie est grand

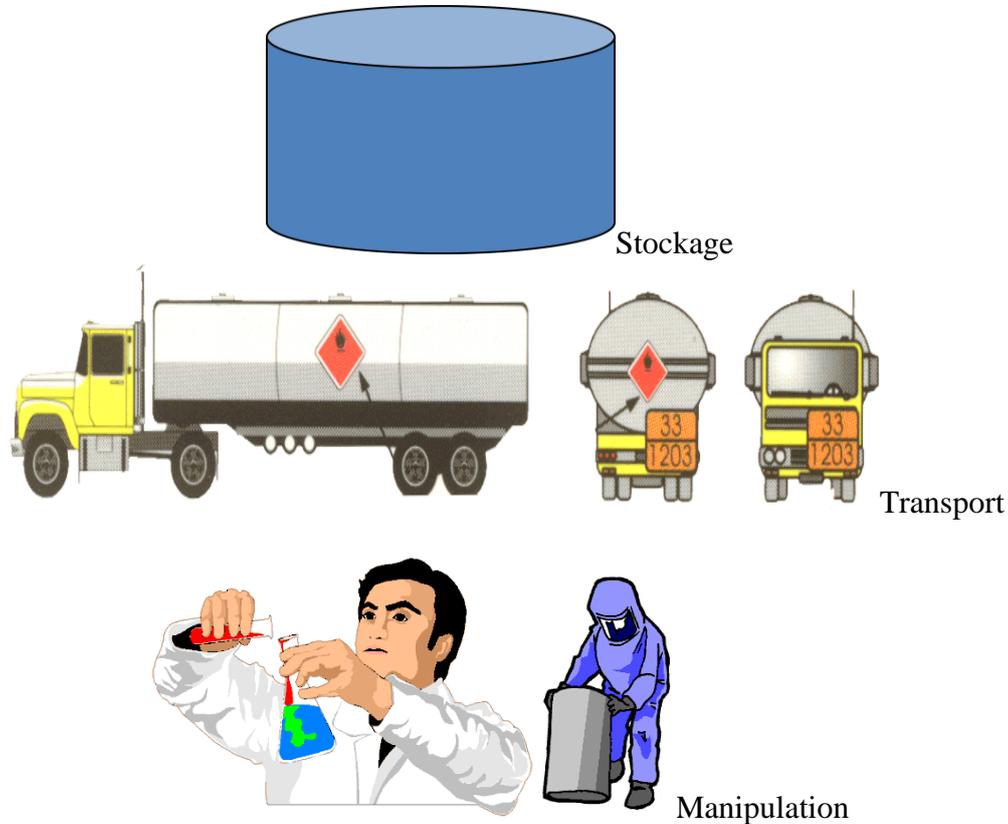
### 10- Point d'éclair :

C'est la température la plus basse à laquelle un liquide ou un solide dégage de la vapeur ayant une concentration tel que lorsque cette vapeur se mélange avec l'air près de la surface du liquide ou du solide, il se forme un mélange inflammable. Par conséquent, plus le point d'éclair est bas, plus le produit est inflammable.

Le point éclair correspond à la température minimale à partir de laquelle, dans des conditions d'essai spécifiées, un liquide dégage une quantité suffisante de gaz inflammable pour s'embraser au contact d'une source d'allumage.

➤ A cette température, la combustion ne s'entretient pas faute de vapeurs ;

- Quelques points éclair : essence auto -43°, acétone - 18°, alcool à 90° + 15°, gasoil + 55°, huile de graissage lourde + 221° ;
- Cette notion de point éclair est retenue par la réglementation concernant les hydrocarbures en matière de :



**\*/ Quelques exemples :**

- / Point éclair  $\leq 0^\circ \text{C}$  et point d'ébullition  $< 35^\circ \text{C}$  : Produit extrêmement inflammable
- / Point éclair  $\leq 21^\circ \text{C}$  : Produit facilement inflammable
- / Point éclair  $\leq 55^\circ \text{C}$  : Produit inflammable

**11- Température d'auto ignition :**

C'est la température la plus basse à laquelle s'effectue la combustion spontanée d'un produit

Elle s'amorce d'elle-même en l'absence de toute flamme ou étincelle

\*/ Plus la température d'auto ignition se rapproche de la température Ambiante plus le risque d'incendie est grand.

**12-Limites d'inflammabilité**

**12-1- Limite Inférieure d'Inflammabilité (LII):**

C'est la concentration minimale de gaz dans l'air au-dessous de laquelle une flamme ne peut se propager qu'en présence d'une source d'allumage (manque de combustible)

## 12-2- Limite supérieure d'inflammabilités (LSI):

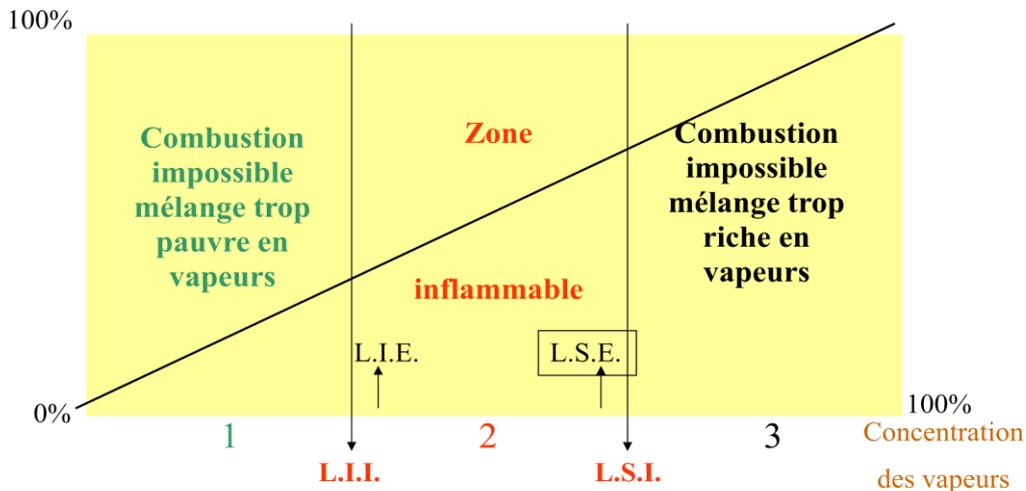
C'est la concentration maximale de gaz dans l'air au-dessus de laquelle une flamme ne peut se propager qu'en présence d'une source d'allumage (manque de comburant).

\*/ Au-delà des critères précités, la combustion des vapeurs ne peut s'effectuer que si elle est comprise entre deux valeurs appelées :

- / Limite Inférieure d'Inflammabilité,
- / Limite Supérieure d'Inflammabilité.

\*/ Elles sont caractéristiques à chaque produit et s'expriment en pourcentage. Elles varient en fonction de la température, du taux d'oxygène et de la pression.

### Concentration d'air



## 13-Limites d'explosivité

La limite d'explosivité est une zone de concentration située entre deux valeurs (limite inférieure et supérieure) de concentration en gaz ou vapeurs mélangée à l'air, en dessous et au delà desquelles une flamme n'est plus en mesure de se propager par elle-même.

Les limites sont indiquées en % en volume.

- \*/ Limite Inférieure d'Explosivité: LIE
- \*/ Limite Supérieure d'Explosivité: LES

### 13- 1- Limite inférieure d'explosivité (LIE):

C'est la limite inférieure d'explosivité(LIE) d'un gaz, de vapeurs ou de poussières dans l'air est la concentration minimale dans le mélange au dessus de laquelle celui-ci peut exploser

### 13-2- Limite Supérieure d' d'explosivité (LSE):

C'est la concentration maximale du gaz, vapeurs ou de poussières inflammables dans l'air au-dessous de laquelle il peut exploser

#### \* Remarque :

Ces limites s'expriment en % en volume à 20°C et dépendent de la température.

La violence de l'explosion dépend de la concentration des vapeurs et surtout du degré de confinement.

Il existe deux types d'explosion :

\*/ L'explosion homogène : lorsque l'explosion prend naissance en tous points du mélange.

Mélange combustible + comburant en concentration homogène et à température d'auto inflammation.

\*/ L'explosion hétérogène : explosion avec progression de flamme. Elle ne peut avoir lieu qu'entre la L.I.I. et la L.S.I.

### -/ Quelques chiffres

Produits	Formules	L.I.E. %	L.S.E. %	Densité
Acétone	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	2.6	12.8	2
Benzène	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1.2	8	2.8
Butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1.9	8.5	2
Essence 73		1.6	6	>3
Gas oil		0.6	13.5	>1
Méthane	CH <sub>4</sub>	5	15	0.5
Propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2.2	9.5	1.5
Toluène	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	1.2	7.1	3.1

### Remarque :

Ces limites s'expriment en % en volume à 20°C et dépendent de la température.

La violence de l'explosion dépend de la concentration des vapeurs et surtout du degré de confinement.

\*/ C'est la concentration minimale et maximale (en volume) en gaz ou vapeurs combustibles en mélange dans l'air permettant l'inflammation ou l'explosion du mélange.

\*/ La concentration minimale de carburant ( dans l'air ) nécessaire pour qu'une flamme se propage à travers le mélange est la Limite Inférieure d'Inflammabilité.

Quand la concentration croît encore jusqu'à ce qu'il n'y ait plus suffisamment d'oxygène pour entretenir la combustion: on atteint ainsi la Limite Supérieure d'Inflammabilité.

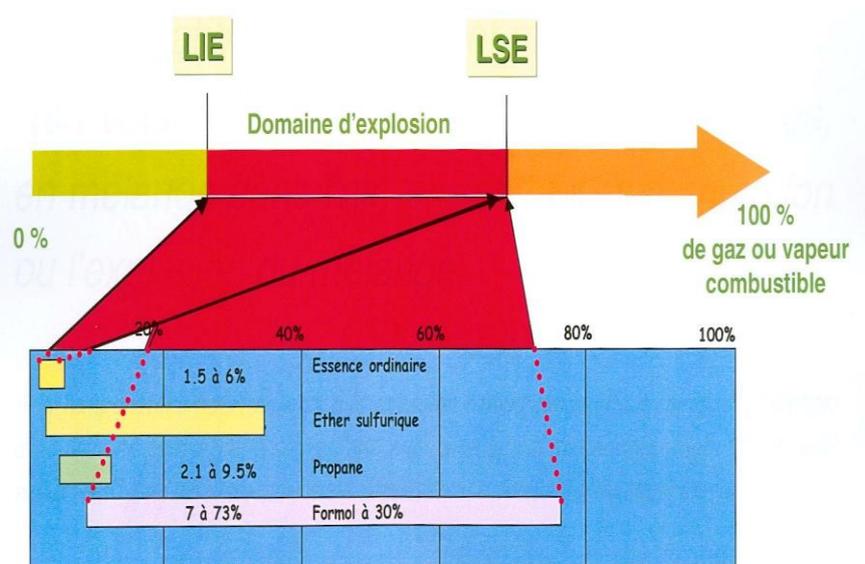
\*/Une explosion est la résultante d'une réaction physico-chimique (décomposition, combustion) dont la vitesse extrêmement élevée s'accompagne d'une libération très importante d'énergie en un temps très court se traduisant par une brusque montée de la pression.

\*/ La déflagration qui est caractérisée par une vitesse de déplacement du point de flamme inférieure à la vitesse du son ainsi qu'une pression engendrée.

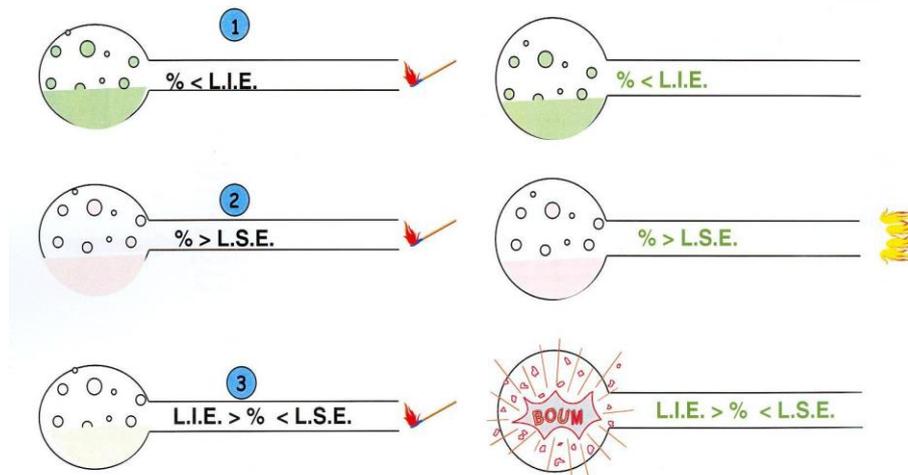
\*/La détonation est caractérisée par une combustion ou une décomposition instantanée, c'est à dire par une vitesse de propagation du phénomène supérieur à celle du son et par une pression de l'ordre de 30 bar dans les mélanges gazeux et supérieure à 1000 bar pour les explosifs condensés liquides et solides.

13-3- Domaine d'explosivité

Substance	LIE	LSE	Substance	LIE	LSE
Hydrogène	4.1%	74.8%	Acétylène	2.5%	82%
Sulfure d'hydrogène	4.3%	46%	Benzène	1.2%	7.8%
Kérosène	0.6%	4.9%	Butane	1.8%	8.4%
Méthane	5.0%	15%	Éthanol	3%	19%
Octane	1%	7%	Éthylbenzène	1.0%	7.1%
Pentane	1.5%	7.8%	Éthylène	2.7%	36%
Propane	2.1%	9.5%	Diéthyléther	1.9%	36%
Propylène	2.0%	11.1%	Acétone	3%	13%
Styrène	1.1%	6.1%	Diesel	1.4%	7.6%
Toluène	1.2%	7.1%	Gaz naturel	5%	15%
Xylène	1.0%	7.0%	Héxane	1.1%	7.5%



## Quels sont les risques ?



### -/ Interprétation

\*/ Après avoir mis dans un tube, différentes proportions de méthane et d'air (par exemple) on détermine que seuls les mélanges comprenant au minimum 5 % de méthane et au maximum 15 % de méthane (le complément étant de l'air) sont susceptibles de propager la flamme.

\*/ 5 % correspond à la Limite inférieure d'inflammabilité LII du méthane dans l'air ou la Limite inférieure d'explosivité LIE

\*/ 15 % correspond à la Limite supérieure d'inflammabilité (LSI) ou limite supérieure d'explosivité (LSE) du méthane dans l'air

\*/ L'intervalle d'explosivité est caractérisé par la limite inférieure d'explosivité (LIE) et la limite supérieure d'explosivité (LSE).

Sous la LIE le mélange est trop pauvre en combustible pour amorcer une réaction. Au-dessus de la LSE c'est le comburant qui manque.

## AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE

D'autres réactions peuvent se produire

**Instabilité:** Une substance présente un risque d'instabilité lorsqu'elle est susceptible de se décomposer, soit spontanément, soit sous l'action d'une cause extérieure (air, chaleur)

Vaporisation totale ou partielle du contenu  
Augmentation de la pression (éclatement) et (ou) épanchement de produits.

→ Toxicité individuelle  
→ Toxicité collective

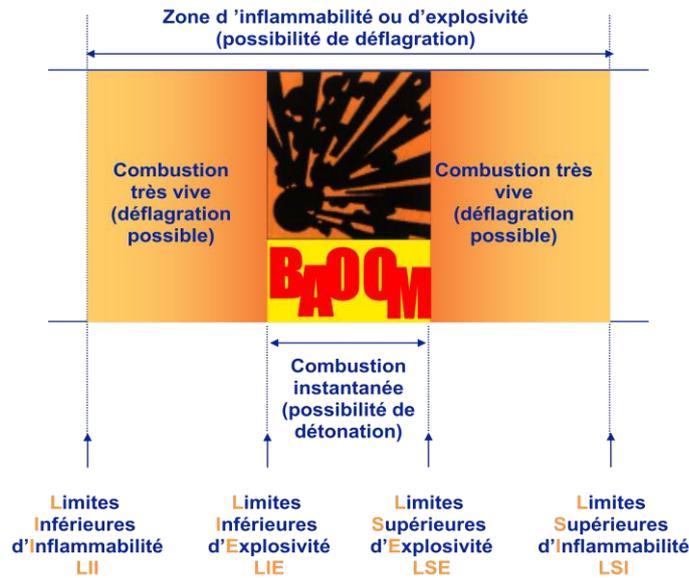
\*/ Explosion thermique ou emballement d'une réaction

\*/ Les réactions chimiques se font soit:

-/ Avec dégagement de chaleur → EXOTHERMIQUE

-/ Avec absorption de chaleur → ENDOTHERMIQUE

➤ Les produits sont donc stables dans des conditions bien particulières d'où des problèmes éventuels quand on sort des conditions.



26

#### 14. Valeur Moyenne d'Exposition (VME)

C'est la valeur de concentration d'un produit dans l'atmosphère que peut respirer une personne pendant une durée de 8 heures (journée de travail), sans risque d'altération de sa santé même si des modifications physiologiques réversibles sont parfois tolérées.

Ou c'est la limite d'exposition d'une personne pour une exposition régulière de 8h par jour et de 40h par semaine.

Elles ont pour objectif d'éviter les effets à long terme sur l'organisme.

-/Les unités de mesures ;

Ces valeurs limites sont exprimées soient :

A/ en mg par m<sup>3</sup>.

B/ en ppm (partie par million, c'est-à-dire en ml par m<sup>3</sup>).

-/Comment passer d'une unité à l'autre?

$$C(\text{ppm}) = C(\text{mg.m}^{-3}) \times V_m / M \text{ (Masse molaire)}$$

Le volume molaire, à 25°C sous 1013 hPa, est égale à 24,45L.

\*/ **Exemple:** Monoxyde de carbone: CO ( VME= 50 ppm )

-/Calcul en mg.m<sup>-3</sup>:

\*/ M(CO)= 28 g.mol<sup>-1</sup> et V<sub>m</sub>=24,45 L.mol<sup>-1</sup>

\*/ Donc C= (50 x 28)= 57,26 mg.m<sup>-3</sup>

### **15. Valeur Limite d'Exposition**

C'est la valeur à ne jamais dépasser afin de ne pas exposer les salariés à des risques d'altération de la santé. le prélèvement servant à la mesure de concentration doit être d'une durée inférieure à 15 mn

Ou c'est la concentration maximale à laquelle une personne peut être exposée au plus pendant 15 mn sans altérations physiologiques.

Elles ont pour objectif d'éviter les effets immédiats sur l'organisme.

Les corps les plus dangereux sont ceux qui ont les VLE les plus faibles avec des pressions saturantes élevées. Exemple le benzène.