

## I ATMOSPHERES A RISQUES D'EXPLOSION

Une atmosphère explosive résulte d'un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières dans des proportions telles qu'une température excessive, des arcs électriques, des étincelles ou toute autre source d'inflammation d'énergie suffisante produisent son explosion (le danger existe réellement).

L'atmosphère est dite explosible lorsque sa composition habituelle n'est pas explosive mais que, par suite de circonstances prévisibles, celle-ci peut varier de façon telle qu'elle devienne explosive (le danger existe à l'état potentiel). Les circonstances prévisibles peuvent découler :

- des différentes étapes d'un processus de fabrication,
- d'incidents ou accidents (rupture de canalisation, fuite, panne de courant)
- des conditions météorologiques (température ambiante élevée, déplacements d'air ....)

Trois éléments sont nécessaires :

1° L'oxygène de l'air

2° Une substance inflammable, mélangée à l'air. Cette substance peut être :

- . un gaz (*méthane, acétylène*)
- . un liquide ou des vapeurs (*essence, solvant*)
- . un solide (*soufre, poussière de bois, de sucre, de grains ...*)

3° Une source d'inflammation :

- . ayant une énergie suffisante, arc électrique ou étincelle,
- . et/ou une élévation de température.

Cette inflammation peut survenir par le fait d'un simple échauffement.

La température d'auto-inflammation est la température minimale à partir de laquelle une atmosphère explosive s'enflamme spontanément.

L'énergie nécessaire pour amorcer la flamme peut être apportée sous forme thermique par élévation de la température du mélange.

L'inflammation d'un produit dépend de sa concentration dans l'air. Elle peut se produire dans la fourchette de 2 limites :

- 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 être enflammé.
- la limite supérieure d'explosivité (LSE) d'un gaz, de vapeurs ou de poussières dans l'air est la concentration maximale dans le mélange au-dessous de laquelle celui-ci peut être enflammé

Enfin, le point d'éclair est la température minimale à partir de laquelle un liquide inflammable émet suffisamment de vapeurs pour que la LIE soit atteinte dans la phase gazeuse en équilibre avec l'atmosphère.

Tous les locaux ou tous espaces où sont fabriqués, stockés, transformés les produits définis ci-dessus sont susceptibles de produire ou contenir une atmosphère explosible. Très rapidement ont donc été classées les catégories de locaux plus particulièrement susceptibles de présenter un risque d'explosion.

## II LOCAUX CLASSES A RISQUES D'EXPLOSION

Suivant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement en France, selon le décret du 20 mai 1953, modifié le 28 décembre 1999.

Liste - non-exhaustive – extraite des arrêtés types pour lesquels les installations soumises à déclaration devront satisfaire aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 31 mars 1980.

Décret relatif aux installations électriques des établissements réglementés au titre de la législation sur les installations classées et susceptibles de présenter des risques d'explosion.

Locaux ou emplacement	Arrêtés n°
Alcools (production par distillation)	2250
Accumulateurs (ateliers de charges d')	2925
Acétylène (stockage ou emploi d')	1418
Acétylène (fabrication d')	1417
Acides (emploi ou stockage d')	1611
Allumettes chimiques (dépôts d')	1525
Amines inflammables, stockage	1420
Ateliers de réparation et d'entretien de véhicules et d'engins à moteur	2930
Bois ou matériaux combustibles analogues (ateliers où l'on travaille le/ou	2410
Bois, papiers, cartons ou matériaux combustibles analogues (dépôts de)	1530
Bougies ou autres objets en cire, etc. (moulage des)	83
Broyage, concassage, etc., de substances végétales et de tous produits	2260
Charbons de bois (dépôts ou magasins de)	1520
Chauffage (procédés de)	2915
Chaussures ou travail des cuirs et des peaux (fabrication de)	2360
Détergent (fabrication des produits) <sup>®</sup>	2630
Emploi ou stockage des substances toxiques ou préparation	1131
Fibres d'origine végétale ou animale, fibres artificielles ou synthétiques	2311
Fruits ou légumes (ateliers de maturation, déverdissement, blanchiment,	2220
Gazomètres et réservoirs de gaz comprimés	1411
Gaz combustibles liquéfiés (installations de remplissage, ou de	1414
Goudrons, brais, résines, etc. (mélange ou traitements à chaud de)	1521
Houille, coke, etc. (entrepôts et dépôts de)	1520
Huiles végétales (extraction des)	2240

Locaux ou emplacement	Arrêts n°
Hydrogène gazeux (stockage, emploi de)	1416
Liquides inflammables (stockage et réservoir manufacturé de)	1432
Liquides inflammables (installations de mélange de traitement ou d'emploi)	1433
Liquides inflammables (installations de remplissage ou de distribution)	1434
Maroquinerie (ateliers de)	2360
Matières plastiques, plastomères ou élastomères (fabrication des)	2660
Solides facilement inflammables	1450
Nitrate d'ammonium (dépôts de)	1330
Nitrate d'ammonium mélangé (dépôts de)	1331
Traitement de fibres d'origine végétale	2311
Oxygène liquide (dépôts d')	1220
Parcs de stationnement couverts	2935
Peroxydes organiques (emploi fabrication, stockage de)	1212
Transformation de Polymères	2661
Réfrigération ou compression (installations de)	2920
Substances comburantes (fabrication, emploi, stockage de)	1200
Sucreries, raffineries de sucre, malteries	2225
Silos et installations de stockage de céréales, grains produits alimentaires	2160
Teinture et impression de matières textiles	2330
Tissus, articles tricotés, tulles, guipures, etc. (ateliers de fabrication de)	2321
Vernis, peintures, apprêts, colles, enduits (application, cuisson, séchage)	2940

## III NORMES MONDIALES

Très tôt, les industriels fabricants et utilisateurs ont définis les caractéristiques des matériels et des installations permettant de limiter les dangers d'explosions. Ainsi, dès les années Trentes, la société LE LAS fournissait aux houillères du Nord et de Lorraine les équipements de signalisation et de téléphonie pour assurer la sécurité des mineurs de charbon.

Ces procédés se sont rapidement appuyés sur des normes précises donnant lieu à certificats établis par des laboratoires d'essai officiels.

La normalisation électrotechnique mondiale des matériels électriques pour atmosphères explosibles est de nos jours assurée par deux grandes « codifications »

### 1° CEI /CENELEC

Codification commune en raison des accords de 1991 sur les procédures d'élaboration des normes

CEI = Commission Electrotechnique Internationale([www.iec.ch](http://www.iec.ch))

CENELEC= Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

### 2° NEC/CEC

Produits agréés UL,FM

NEC : National Electrical Code

CEC : Canadian Electrical Code

Les produits certifiés CEI/CENELEC ou NEC assurent une protection identique. Leurs conceptions parfois différentes résultent souvent de règles d'installation spécifiques.

La CEI est de plus en plus considérée comme la codification de référence et acceptée comme telle dans pratiquement tous les pays. De plus, les pays de l'Union Européenne se retrouvent membres ou affiliés à la codification CENELEC.

C'est la CEI (Commission Electrotechnique Internationale) créée en 1904 à Genève qui a rédigé les règles CEI. En 1947, avec la création de l'organisation Internationale des Normes (ISO) par les Nations Unies, la CEI devint responsable de la branche électricité au sein de l'organisation, tout en restant indépendante.

## IV DIRECTIVES EUROPEENNES ATEX

### Deux directives européennes

Le 1<sup>er</sup> juillet 2003, deux importantes Directives Européennes sur le matériel électrique pour atmosphères explosibles et s'inscrivant dans la nouvelle approche, sont entrées en vigueur :

- . 94/9 CE pour les fabricants,
- . 99/92 CE pour les utilisateurs.

Elles découlent toutes les deux des articles 100 A et 118 a du traité de Rome (1957).

#### 1- Directive 94/9 CE

La directive 94/9 CE définit les prescriptions minimales visant à améliorer la protection, en matière de sécurité et de santé, des travailleurs susceptibles d'être exposés aux risques des atmosphères explosibles.

Elle définit également les matériels aptes à garantir la sécurité attendue et les moyens à mettre en œuvre pour choisir, installer, utiliser et maintenir ces mêmes matériels.

Elle prévoit des exigences de sécurité pour les appareils électriques ou non, destinés à être utilisés dans des environnements explosibles résultant de la présence de gaz ou de poussières.

Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2003, tous les matériels électriques pour atmosphères explosibles commercialisés dans l'Espace Européen doivent être certifiés ATEX et, par conséquent, porter le marquage normalisé ATEX sur la plaque signalétique du produit, en conformité avec la nouvelle Classification Européenne des produits.

#### 2 – Directive 99/92 CE

Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2003, il incombe aux responsables des sites industriels de respecter les règles minimales de sécurité décrites dans les Directives et devant être mises en œuvre dans l'exploitation quotidienne des installations à risques d'explosion.

Les obligations du responsable du site ou de l'employeur sont essentiellement (section 2, article 3) :

- . l'établissement d'un document d'analyse du risque (article 8),
- . la mise en œuvre de mesures visant à empêcher la formation d'atmosphères explosibles et d'éviter leur inflammation,
- . l'atténuation des « effets nuisibles d'une explosion dans l'intérêt de la santé et de la sécurité des travailleurs ».

## DIRECTIVE EUROPEENNE 94/9 CE

### Nouvelle classification des matériels ATEX



La directive 94/9 CE définit une nouvelle grille des zones à risques d'explosion, avec une distinction entre les atmosphères gaz (G) ou poussières (D). En conséquence, elle introduit l'existence des zones 20, 21 et 22 correspondant à des ambiances poussières et la notion de catégories 1, 2 et 3 pour les matériels.

## NOUVELLE CLASSIFICATION ATEX

Zones	0	20	1	21	2	22
Nature de l'atmosphère	G	D	G	D	G	D
Atmosphère Explosible	Présence permanente		Présence intermittente		Présence épisodique	
Catégorie des Appareils	1		2		3	

Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2003, tous les matériels électriques pour atmosphères explosibles commercialisés dans l'espace européen doivent être certifiés « ATEX » et, par conséquent, porter le marquage normalisé ATEX sur la plaque signalétique du produit, en conformité avec la nouvelle classification européenne.

## CARACTERISTIQUES DES MARQUAGES PRODUITS (EXEMPLE FLUO REF. 0965 55)

Milieu	Gaz	Poussières
Marquage	<b>C 0081</b>  <b>II2G</b>	<b>C 0081</b>  <b>II2GD</b>
Marquage CENELEC	Eex d IIC	
Marquage CEI	Ex d IIC	DIP A 21 TA = 85°C
Classe de température	T4 ou T5	
Température de surface		T = 85°C
Attestation CE de type	LCIE 98 ATEX 6004	
Certificat CEI	LCIE Ex 98.012	
Température Ambiante	-20°C Ta + 55°C	
Indice de protection	IP66 et 67 / IK10	

## DIRECTIVE EUROPEENNE 99/92 CE

La directive 99/92 CE s'adresse à tous les utilisateurs (prescripteurs, investisseurs, installateurs, incorporateurs ou distributeurs) concernés par les matériels pour atmosphères explosibles.

La directive 94/9 CE concerne plus particulièrement les fabricants qui doivent mettre obligatoirement des produits ATEX à disposition de leurs clients après le 30 juin 2003.

Certains articles ou alinéas donnent un éclairage assez précis sur les dispositions réglementaires auxquelles doivent faire face tous les ressortissants des pays Européens.

### La directive 99/92 CE

Rappel section 2, articles 3 et 8 :

- *Le responsable du site ou l'employeur doit établir un document d'analyse du risque, mettre en œuvre des mesures visant à empêcher la formation d'atmosphères explosibles et éviter leur inflammation pour atténuer les effets nuisibles d'une explosion, dans l'intérêt de la santé et de la sécurité des travailleurs.*

Rappel article 9, alinéa 4 :

- *Tout matériel installé avant le 30 juin 2003 « devra répondre aux prescriptions minimales de sécurité fixées par la directive 99/92 CE, au plus tard trois ans après le 30 juin 2003 ».*

## Classement des gaz et des vapeurs

Les gaz sont répartis en quatre groupes dans le CEC (Canadian Electric Code) et le NEC (National Electrical Code), avec toutefois quelques gaz en complément.

La CEI définit aussi différents groupes de gaz et vapeurs.

On voit que les groupes de la CEI et de la NEC sont fondamentalement les mêmes, à part le fait qu'il y a trois groupes pour la CEI et quatre pour la NEC. (Voir tableau ci-dessous)

### CLASSEMENT DES GAZ ET VAPEURS

GRUPE ET CEI	SUBDIVISION NEC	GAZ OU VAPEUR
II C	A	Acétylène
II C	B	Hydrogène
II B	C	Ethylène
II B	C	Ethyl éther
II B	C	Cyclopropane
II B	C	Butadiène 1.3
II A	D	Propane
II A	D	Ethane
II A	D	Butane
II A	D	Benzène
II A	D	Pentane
II A	D	Heptane
II A	D	Acétone
II A	D	Ethyle de Méthyle
II A	D	Alcool Méthyle
II A	D	Alcool d'Ethyle

## Classement des températures

La CEI a défini un classement des températures pour les matériels utilisés dans les zones à risque d'explosion. Par la suite, le NEC fut aussi modifié pour inclure un classement des températures. (Voir tableau ci-dessous)

### CLASSEMENT DES TEMPERATURES

Températures en °C	Classement	
	CEI	NEC
450	T1	T1
300	T2	T2
280	T2	T2A
260	T2	T2B
230	T2	T2C
215	T2	T2D
200	T3	T3
180	T3	T3A
165	T3	T3B
160	T3	T3C
135	T4	T4
120	T4	T4A
100	T5	T5
85	T6	T6

**TABEAU DES EQUIVALENCES CEI/CENELEC/NEC**

Matières Inflammables	CENELEC / CEI Protection					NEC Classe	
<b>GAZ ET VAPEURS</b>							
Acétylène	d-e	1,2	II	C	I	1.2	A
Hydrogène	d-e	1,2	II	C	I	1.2	B
Oxyde de propylène Oxyde d'éthyle butadiène	d-e	1,2	II	B	I	1.2	B
Cyclo propane Ether Ethylique Ethylène	d-e	1,2	II	B	I	1.2	C
Acétone Benzène Butane Propane Hexane Solvant de peinture Gaz naturel	d-e	1,2	II	A	I	1.2	D
<b>POUSSIERES COMBUSTIBLES</b>	<b>Protection</b>	<b>Zone</b>					
Magnésium Aluminium ou poussières métalliques avec $R \geq 10^5 \text{ Ohms} \times \text{cm}$	D/DIP	21-22		II	1	E	
Charbon	D/DIP	21-22		II	1	F	
Farine Poussières non métalliques avec $R > 10^5 \text{ Ohms} \times \text{cm}$	D/DIP	21-22		II	2	G	
<b>FIBRES ET DUVETS</b> Rayonne Coton Lin Bois Chanvre Filasse Etope Fibre de coco	D/DIP	21-22		II	1-2		

## V DETERMINATION DES ZONES A RISQUES

### GENERALITES

La réglementation internationale CEI (norme CEI 60079.10) distingue les catégories suivantes de zones dangereuses :

- . zone 0,
- . zone 1,
- . zone 2.

Le ministère de l'Environnement, par l'arrêté du 31 mars 1980, distingue deux types de zones dans lesquelles peuvent apparaître des atmosphères explosives :

- 1-** *De façon permanente ou semi-permanente, en fonctionnement normal de l'établissement,*
- 2-** *De façon épisodique, avec une faible fréquence et de courte durée.*

#### Trois types de zones

Le ministère du Travail, par l'arrêté du 19 décembre 1988 et le ministère de l'Industrie, par l'arrêté du 25 octobre 1991 modifié par l'arrêté du 22 mars 2000, distinguent trois types de zones :

- . zone 0 – 20
- . zone 1 – 21
- . zone 2 – 22.

#### **Zone 0 – 20**

*Zone dans laquelle un mélange explosif de gaz, vapeurs ou poussières est présent en permanence (la phase gazeuse à l'intérieur d'un récipient ou d'un réservoir clos constitue une zone « 0 »).*

#### **Zone 1 – 21**

*Zone dans laquelle un mélange explosif de gaz, vapeurs ou poussières est susceptible de se former en service normal de l'installation.*

#### **Zone 2 – 22**

*Zone dans laquelle un mélange explosif de gaz, vapeurs ou poussières ne peut apparaître qu'en cas de fonctionnement anormal de l'installation (fuites ou négligences d'utilisation).*

#### Comment déterminer les zones

Le chef d'établissement ou ses collaborateurs, assistés par des conseillers extérieurs habilités, sont seuls autorisés à déterminer les zones à risques d'explosion dans un site en présence de gaz et vapeurs.

#### Frontières entre zones

Ces zones sont géographiques, mais les frontières entre elles ne sont jamais figées. En effet, une zone peut se déplacer pour diverses raisons : échauffement des produits, ventilation défaillante du local, variations climatiques, erreur de manipulation, déplacement d'air.

Une source de dégagement est constituée des points d'émission des substances inflammables dans l'atmosphère.

# Signalisation sonore et lumineuse

## On distingue trois degrés de sources de dégagement :

### 1/ Le degré continu

- La source de dégagement est la surface d'un liquide inflammable :
- . dans un réservoir fermé,
  - . dans un réservoir ouvert,
  - . à l'intérieur d'appareils de fabrication ou de mélange fermés.

### 2/ Le premier degré

- Dégagement en service normal. Les sources de dégagement sont notamment les suivantes :
- . appareils de fabrication ou de mélange ouverts,
  - . événements des réservoirs fermés,
  - . orifices de mise à l'air libre des gardes hydrauliques,
  - . extrémités des bras articulés et des flexibles de chargement de citernes et conteneurs,
  - . tampons de charge et vannes de vidange d'appareils,
  - . vannes de prise d'échantillons ou de purge libre,
  - . garnitures de pompes, de compresseurs, etc. où il subsiste des fuites (exemple : fuites fonctionnelles d'un presse-étoupe),
  - . fosses et caniveaux non étanches.

### 3/ Le deuxième degré

- Dégagement en service normal. Les sources de dégagement sont notamment les suivantes :
- . brides, connexions, vannes et raccords de tuyauteries,
  - . regards ou tubes de niveau en verre,
  - . garnitures de pompes, de compresseurs, etc. conçues pour éviter les fuites,
  - . appareils en matériaux fragiles tels que verre, céramique, graphite ....
  - . orifices de respiration des membranes de détendeurs,
  - . cuvettes de rétention.

## Type d'ouverture

Il convient de considérer les ouvertures dans les parois (portes, fenêtres, sorties de ventilation ...) entre deux lieux géographiques comme des sources de dégagement possibles.

Le degré de dégagement dépendra :

- . *du type de zone du lieu géographique contigu,*
- . *de la fréquence et durée d'ouverture,*
- . *de la différence de pression entre les lieux géographiques,*
- . *de l'efficacité des garnitures ou joints.*

## On distingue quatre types d'ouvertures :

### On distingue trois degrés de ventilation :

#### Fort

La ventilation réduit la concentration à la source de dégagement et l'amène à une valeur inférieure à LIE (Limite Inférieure d'Explosivité).

#### Moyen

La ventilation maîtrise la concentration, ce qui conduit à une situation stable.




#### Faible

La ventilation ne peut maîtriser la concentration pendant le dégagement et/ou ne peut empêcher que l'atmosphère explosive persiste après la fin du dégagement.

## EFFET EN AVAL SUR LE DEGRE DE DEGAGEMENT DES OUVERTURES

Zones probables en amont de l'ouverture	Types d'ouvertures			
	A	B	C	D
Zone 0	Continu	(Continu) Premier	Deuxième	Pas de dégagement
Zone 1	Premier	(Premier) Deuxième	(Deuxième) Pas de dégagement	Pas de dégagement
Zone 2	Deuxième	(Deuxième) Pas de dégagement	Pas de dégagement	Pas de dégagement


Nota : pour les degrés de dégagement entre parenthèses, considérer la fréquence d'ouverture des portes lors de la conception.

-  Un dégagement de degré continu conduit normalement à une zone 0
-  Un dégagement de premier degré conduit normalement à une zone 1
-  Un dégagement de deuxième degré conduit normalement à une zone 2

## TABLEAU RECAPITULATIF POUR GAZ ET VAPEURS

Le tableau ci-dessous, correspondant à la norme CEI 60 079.10, permet de déterminer le type de zone en fonction de trois critères : le degré de dégagement, le degré de ventilation et la disponibilité de la ventilation.

Degré De Dégagement	Degré de la ventilation						
	Faible	Moyen			Fort		
	Disponibilité de la ventilation						
	Médiocre Bonne ou Très bonne	Médiocre	Bonne	Très bonne	Médiocre	Bonne	Très bonne
Continu	Zone 0	Zone 0	Zone 0		Zone 1	Zone 2	Zone 0 (EN) Non dangereux
		+ Zone 1	+ Zone 2				
Premier	Zone 0	Zone 1	Zone 1	Zone 1	Zone 2	Zone 2	Zone 1 (EN) Non dangereux
	Ou Zone 1	+ Zone 2	+ Zone 2				
Deuxième	Zone 0	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Non dangereux	Zone 2 (EN) Non dangereux
	Et Zone 1						

-  Zones dans lesquelles on peut installer du matériel à sécurité augmentée « e » ou antidéflagrant « d »
- Indication (EN) : étendue négligeable