



جامعة غليزان
RELIZANE UNIVERSITY

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Université de Relizane
Département de : Génie Electrique



جامعة غليزان
RELIZANE UNIVERSITY

Support de cours

Installation électrique en Automatique

Chapitre II

Appareillages pour atmosphère explosibles (ATEX)

3^{ème} année Licence
Option: Automatique

Appareillages pour atmosphère

1. Définitions
2. Directives ATEX
3. Conditions provoquant une explosion
4. Moyens de prévention
5. Classification des zones.
6. Mode de protection des matériels électriques utilisés en ATEX.
7. Marquage des matériels électriques ATEX et signalisation

Définitions

Par **appareils**, on entend les machines, les matériels, les dispositifs fixes ou mobiles, les organes de commande et les systèmes de détection et de prévention qui, seuls ou combinés, sont destinés à la production, au transport, au stockage, à la mesure, à la régulation, à la conversion d'énergie et à la transformation de matériaux et qui, par des sources potentielles d'inflammation qui leur sont propres, risquent de provoquer le déclenchement d'une explosion.

Une **atmosphère explosive** est un mélange avec l'air, dans des conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs ou poussières, dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé.

Une **atmosphère explosible** est ainsi nommée lorsque sa composition habituelle n'est pas explosive mais par suite de circonstances prévisibles, elle peut varier de telle façon qu'elle devienne explosive.

Directives ATEX

Il existe deux directives européennes ATEX :



Directive 99/92/CE : elle charge **l'employeur d'améliorer** la protection en matière de sécurité et de santé du personnel susceptible d'être exposé au risque d'ATEX.

L'employeur doit :

- Évaluer les risques d'explosion d'une ATEX dans son établissement ;
- Classer en zone les emplacements dangereux en fonction de la fréquence et de la durée d'une Atmosphère explosive ;
- Prendre des mesures techniques et organisationnelles de protection contre les explosions;
- S'équiper de matériels conforme à la directive ATEX 94/9/CE.

Directive 94/9/CE : elle est **relative aux appareils et aux systèmes destinés** à être utilisés en atmosphère explosible. **Le fabricant** est la personne responsable du développement, de la construction, des démarches conduisant à la certification du matériel. Il doit :

- Utiliser la sécurité intégrée contre les explosions dès la conception ;
- Apposer un marquage CE (Conforme aux Exigences) sur le produit ;
- Établir une déclaration CE de conformité écrite ;
- Réaliser une notice d'instruction.

Conditions provoquant une explosion

L'explosion d'une ATEX peut être entraînée par l'apport d'une source d'inflammation suffisante (**Triangle explosif = comburant + combustible + source d'inflammation**).

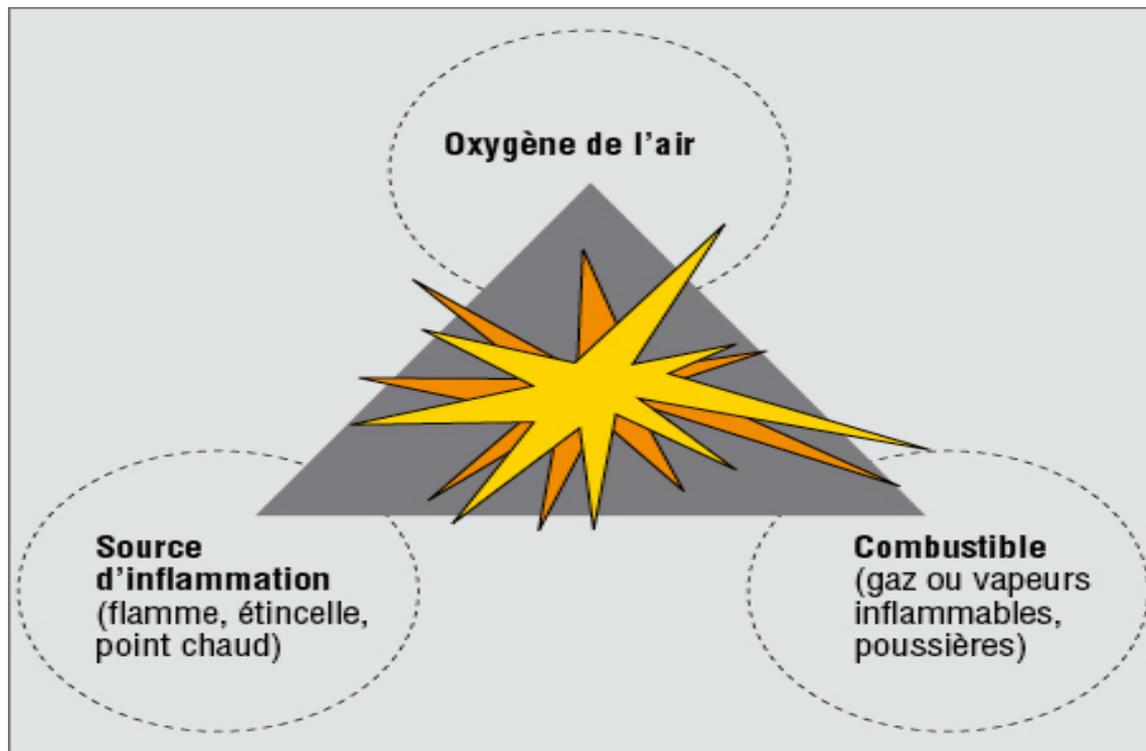


Fig 01. Triangle explosif

Conditions provoquant une explosion

Cette source peut être :

- **D'origine électrique** : court-circuit, étincelles, ...;
- **D'origine mécanique** : rupture d'une canalisation, défaillance mécanique d'un appareil (pompe, vanne, capteur, ...);
- **D'origine météorologique** : canicule, ...;
- **D'autres origines** : foudre,

Conditions provoquant une explosion

Dans un mélange formant une ATEX, **l'oxygène de l'air est dans 99%** des cas le comburant et les substances inflammables sous forme de gaz, de vapeurs ou de poussières sont le combustible.

Les appareils installés sur un processus peuvent être dans une atmosphère explosible par la présence dans l'air de substances inflammables. Cette atmosphère devient explosive :

❖ Si ces matières sont présentes dans une fourchette de concentrations données) et **LSE (Limite Supérieure d'Explosivité)** propres à chacune des matières ; **LIE (Limite Inférieure d'Explosivité)**

❖ et si une étincelle se produit, ou si une température de peau d'un équipement est suffisamment élevée pour provoquer l'explosion.

Conditions provoquant une explosion

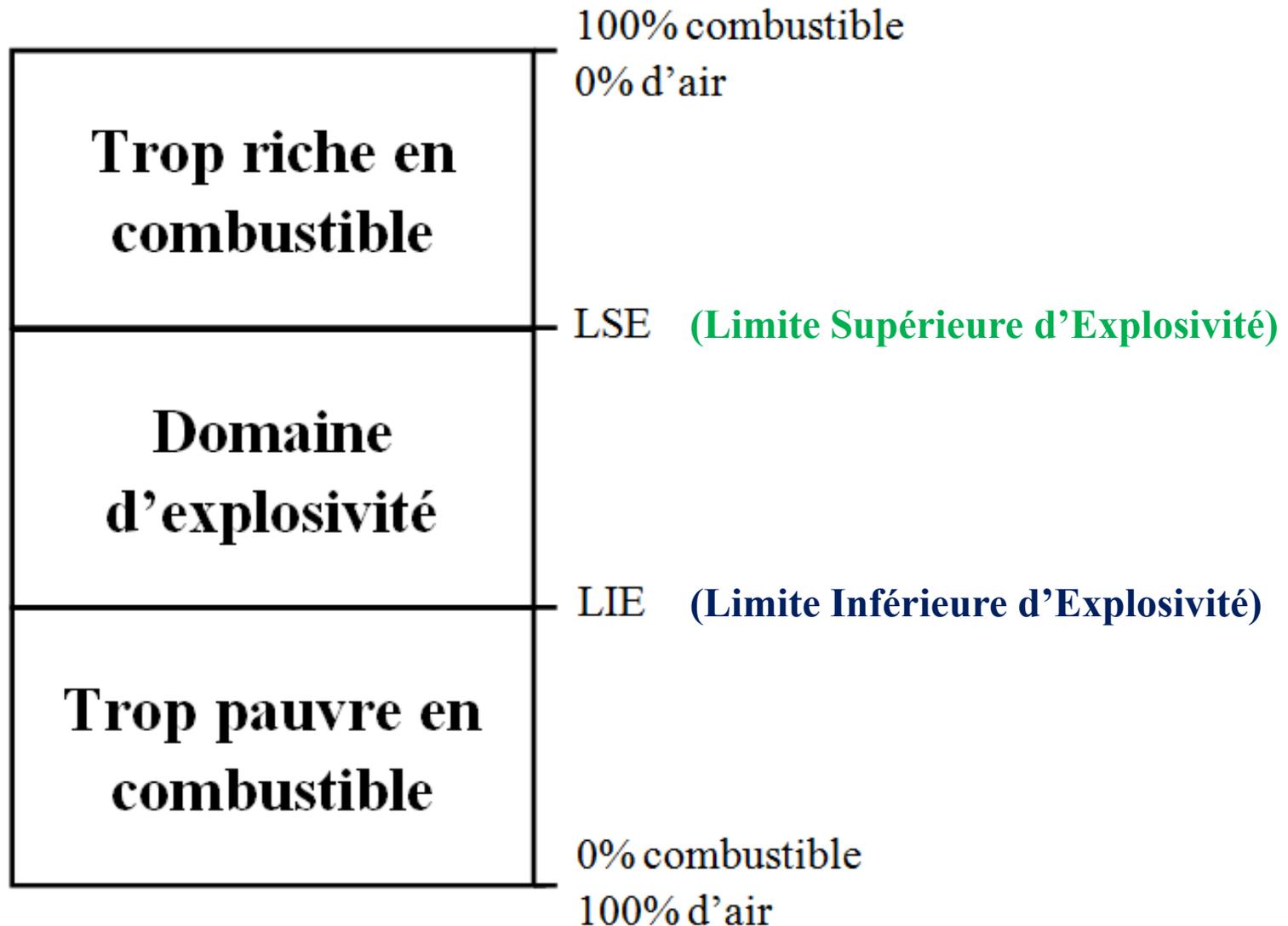


Fig.2 Domaine d'explosivité

Moyens de prévention

Afin de prévenir les explosions sur les sites industriels, on a donc été conduit à :

- ❖ **Définir des zones** classées en fonction des risques (zones 0, 1, 2 pour les gaz),
- ❖ **Imposer la conception** des appareils électriques devant impérativement être installés dans ces zones,
- ❖ **Normaliser** les modes de protection offerts par les appareils,
- ❖ **Normaliser un code** de marquage des appareils ayant fait l'objet d'un certificat de conformité délivré par un laboratoire agréé de la CE.

Classification des zones

Selon les risques, les installations doivent être classées hors zone ou en zone :

- 1. Zone 0 (gaz, vapeurs) - Zone 20 (poussières) :** le mélange explosif est présent en permanence (risque permanent);
- 2. Zone 1 (gaz, vapeurs) - Zone 21 (poussières) :** un mélange explosif de gaz ou de vapeurs est susceptible de se former en service normal de l'installation (risque fréquent) ;
- 3. Zone 2 (gaz, vapeurs) - Zone 22 (poussières) :** un mélange explosif ne peut apparaître qu'en cas de fonctionnement anormal de l'installation (risque occasionnel).

Classification des zones

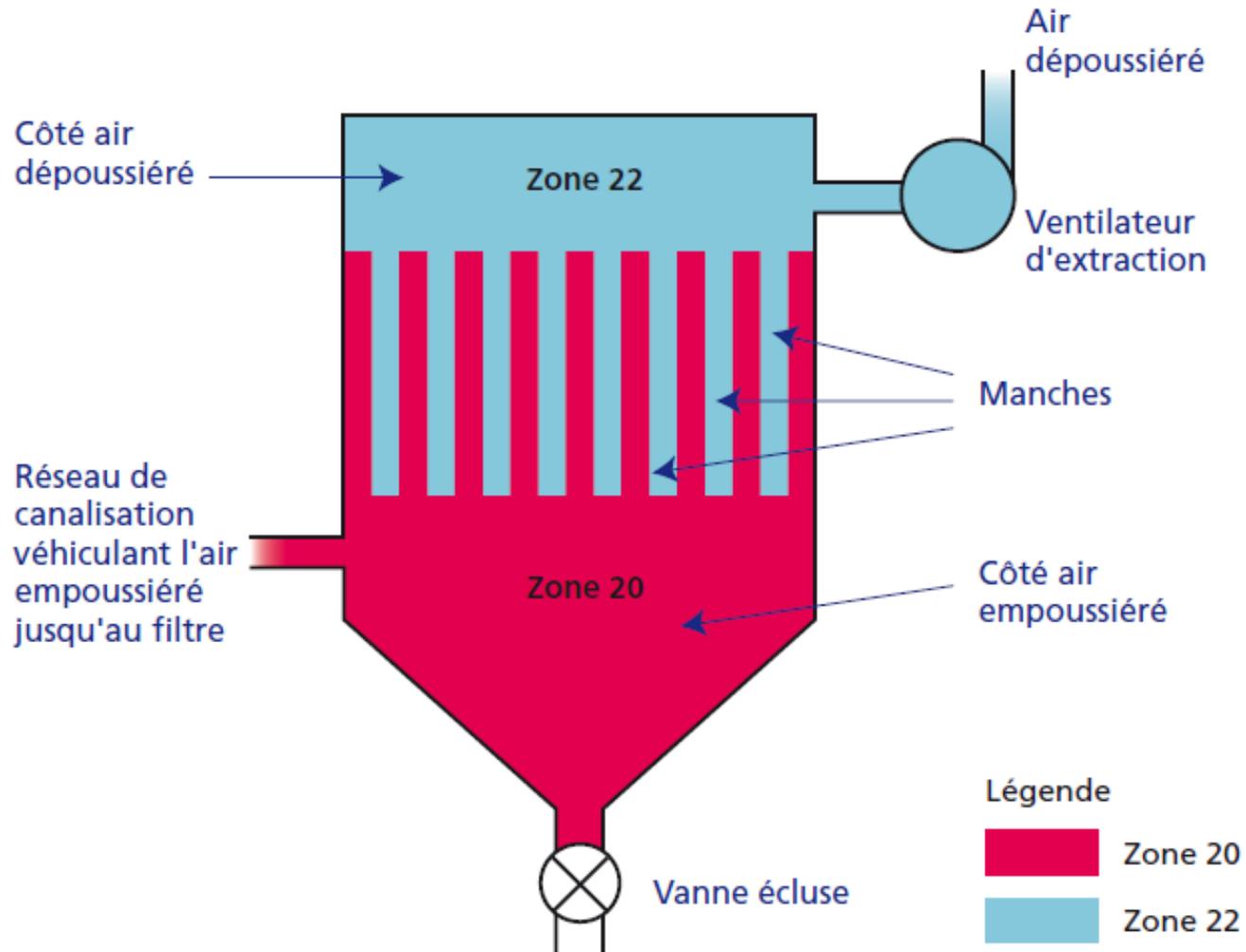


Figure 3 – Exemple de zonage dans un filtre

Mode de protection des matériels électriques utilisés en ATEX

L'explosion d'une ATEX peut être évitée en agissant sur l'une des composantes suivantes :

Suppression de l'atmosphère explosive ;

Suppression de la source d'inflammation;

Non propagation de l'inflammation.

Mode de protection des matériels électriques utilisés en ATEX

Suppression de l'atmosphère explosive

1 Surpression interne - symbole (p)

C'est une technique qui consiste à mettre un gaz de protection dans une enveloppe dans le but d'empêcher la formation d'une atmosphère explosive dans cette enveloppe en maintenant une surpression par rapport à l'atmosphère environnante (0.5mbar minimum). Le gaz de protection peut être soit de l'air, soit un gaz inerte (azote, dioxyde de carbone, etc). Le principe d'une protection "p" est montré sur la Figure 4

Mode de protection des matériels électriques utilisés en ATEX

Suppression de l'atmosphère explosive

1 Surpression interne - symbole (p)

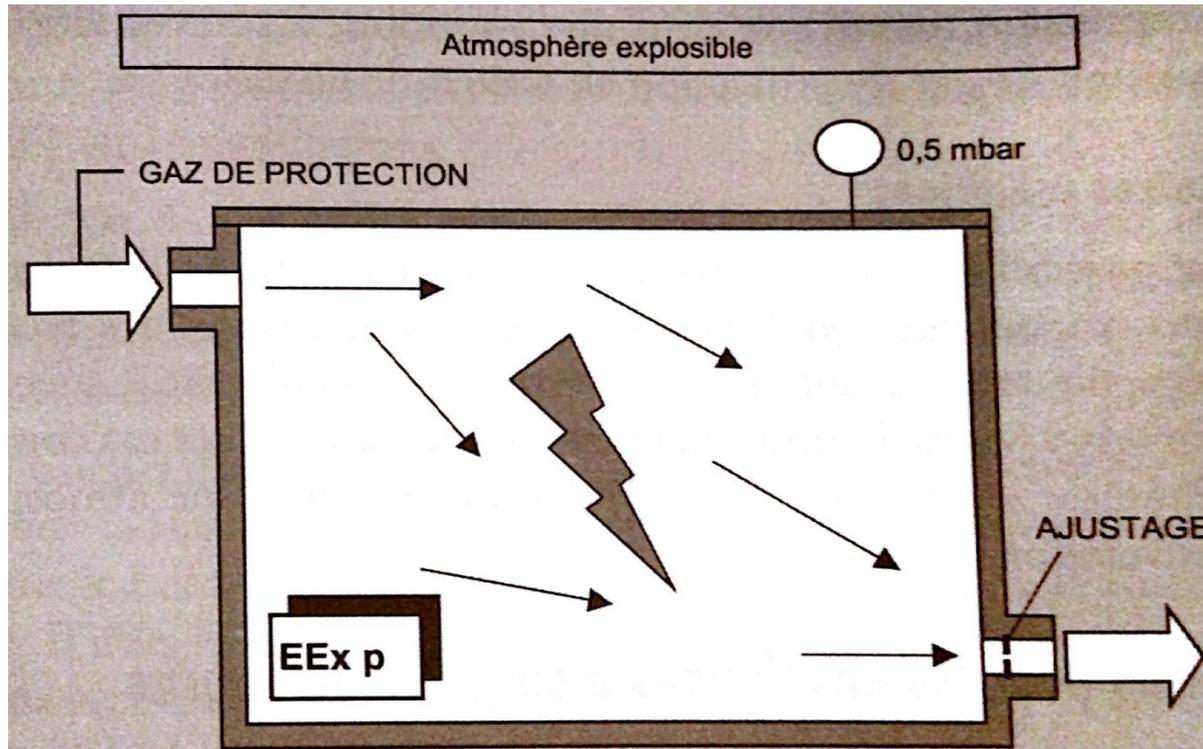


Figure 4 – Principe de la protection "p"

Mode de protection des matériels électriques utilisés en ATEX

Suppression de l'atmosphère explosive

2. Immersion dans l'huile - symbole (o)

Le matériel ou le circuit électrique est immergé dans l'huile. Ainsi, le mélange explosif se trouvant au-dessus du niveau de l'huile ou à l'extérieur de l'enveloppe ne peut pénétrer et donc s'enflammer.

3 Encapsulage - symbole (ma ou mb)

Les pièces qui pourraient enflammer une atmosphère explosive par des étincelles ou par des échauffements sont encapsulés, c'est-à-dire noyés dans un matériau isolant (de type résine généralement) de telle manière que cette atmosphère explosive ne puisse pénétrer et donc s'enflammer.

Mode de protection des matériels électriques utilisés en ATEX

Suppression de la source d'inflammation

1 Sécurité augmentée - symbole (e)

Mode protection dans lequel des mesures complémentaires sont appliquées afin de fournir une sécurité augmentée contre la possibilité de température excessives et l'apparition d'arcs ou d'étincelles à l'intérieur et sur les parties externes du matériel électrique qui ne produit d'arcs et d'étincelles en service normal.

Le principe d'une protection "e" est montré sur la Figure 5.

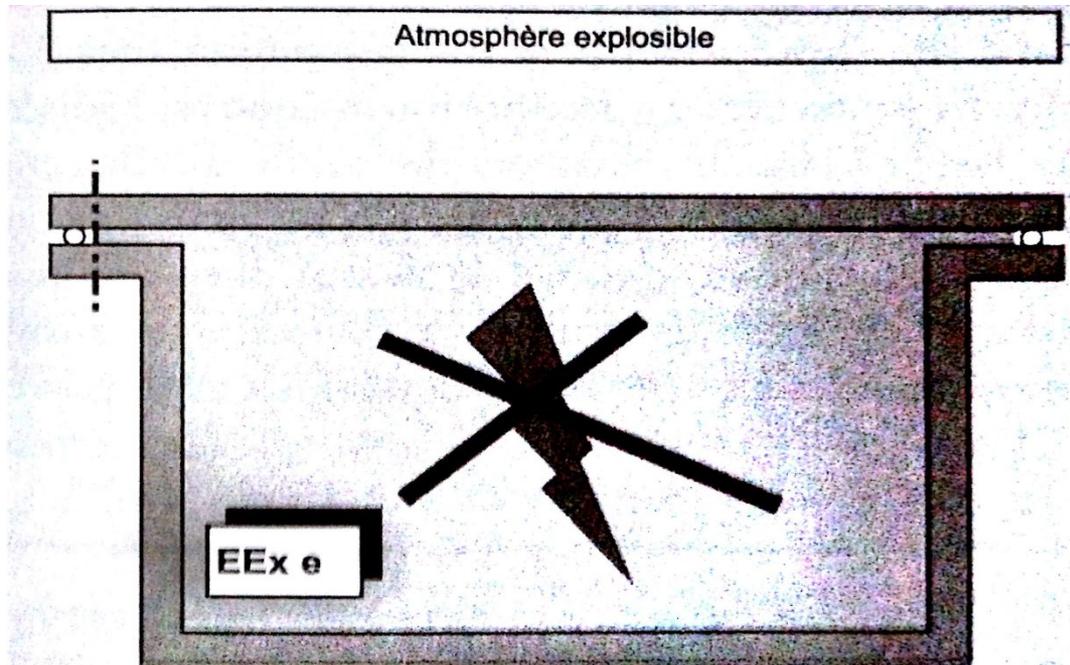


Figure 5 – Principe de la protection "e"

Mode de protection des matériels électriques utilisés en ATEX

Suppression de la source d'inflammation

2. Sécurité intrinsèque - symbole (ia et ib)

Circuit dans lequel aucune étincelle ni aucun effet thermique, produit dans les conditions prescrites par la norme, qui incluent le fonctionnement normal et les conditions spécifiées de défaut, n'est capable de provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive donnée.

Le principe d'une **protection "i"** est montré sur la Figure 6

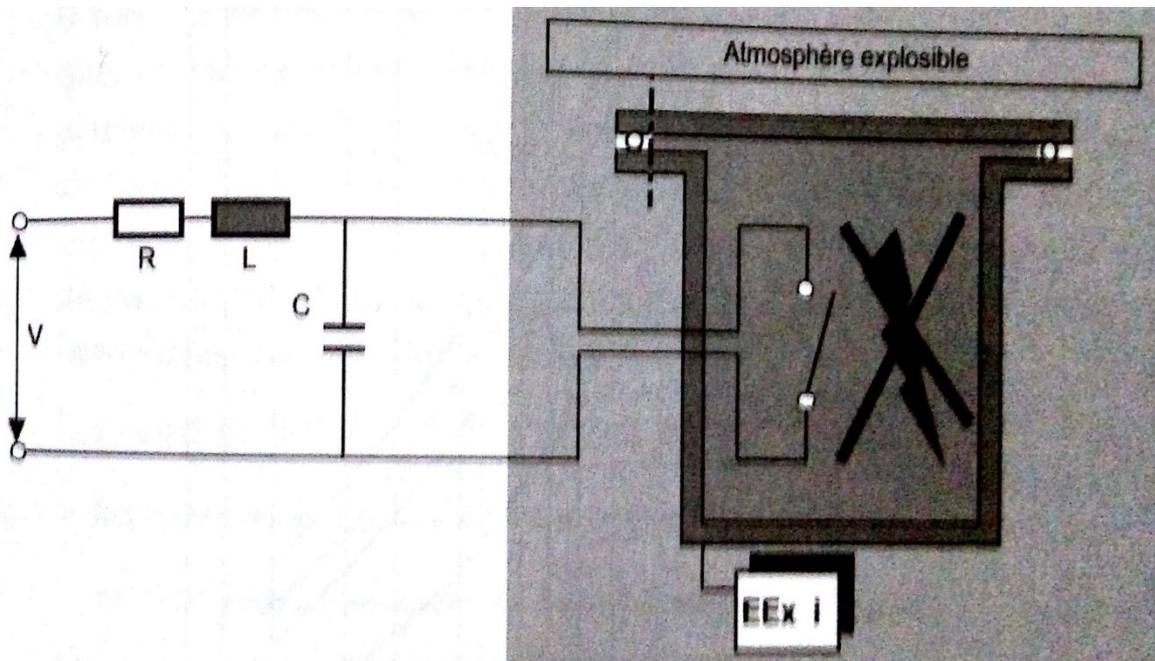


Figure 6 – Principe de la protection "i"

Mode de protection des matériels électriques utilisés en ATEX

Suppression de la source d'inflammation

2. Sécurité intrinsèque - symbole (ia et ib)

La sécurité intrinsèque repose essentiellement sur la limitation de l'énergie stockée dans les circuits électriques (inductance L et capacité C) et sur la limitation du courant (résistance R). Ainsi, le matériel installé en atmosphère dangereuse est étudié afin d'être incapable de générer des arcs ou des étincelles, ou de présenter des effets thermiques, pouvant provoquer l'inflammation d'une atmosphère dangereuse, soit en fonctionnement normal, soit en cas de défaut(s).

Mode de protection des matériels électriques utilisés en ATEX

Non propagation de l'inflammation

Enveloppe antidéflagrante - symbole (d)

Mode de protection dans lequel les pièces qui peuvent enflammer une atmosphère explosive sont enfermées dans une enveloppe antidéflagrante, qui résiste à la pression développée lors d'une explosion interne d'un mélange explosif et qui empêche la transmission de l'explosion à l'atmosphère environnante de l'enveloppe.

Le principe d'une protection "d" est montré sur la Figure 7

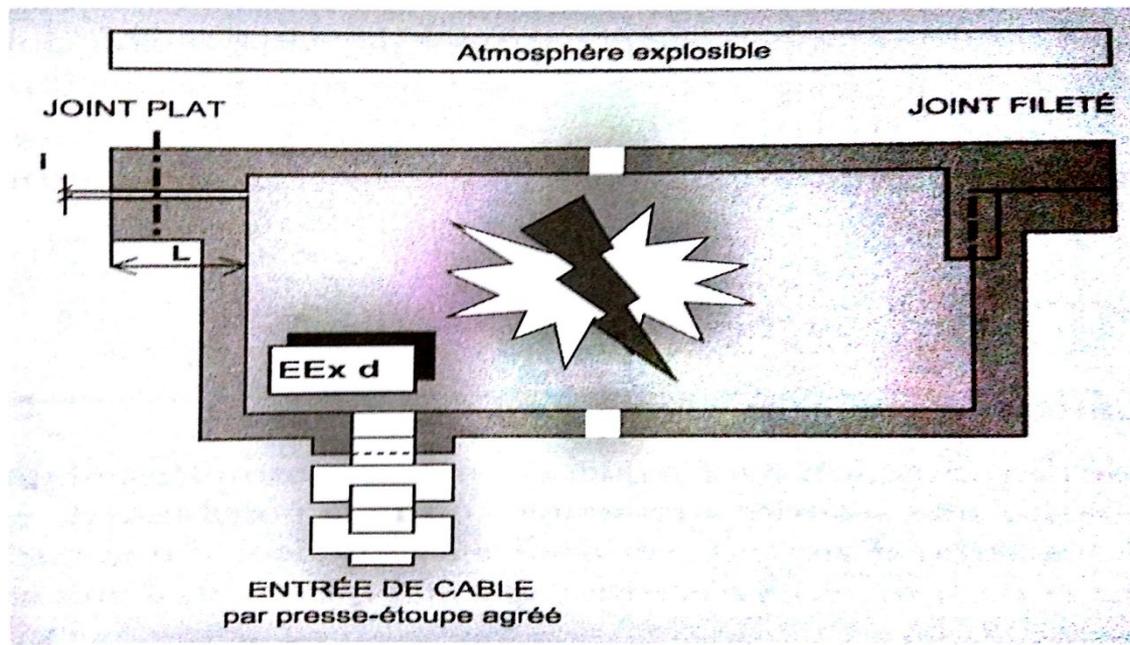


Figure 7 – Principe de la protection "d"

Mode de protection des matériels électriques utilisés en ATEX

Non propagation de l'inflammation

2. Remplissage pulvérulent - symbole (q)

Les parties susceptibles d'enflammer une atmosphère explosive sont en position fixe et sont complètement noyées dans un matériau de remplissage de telle sorte que l'inflammation d'une atmosphère explosive environnante soit empêchée.

Depuis le 1er juillet 2003, les nouveaux matériels installés doivent obligatoirement répondre aux exigences de la **directive de 94/9/CE** : la directive 94/9/CE concerne la conformité de l'installation d'un nouvel équipement dans son environnement industriel. Le marquage indiquant la conformité de cet équipement se décompose en plusieurs parties.

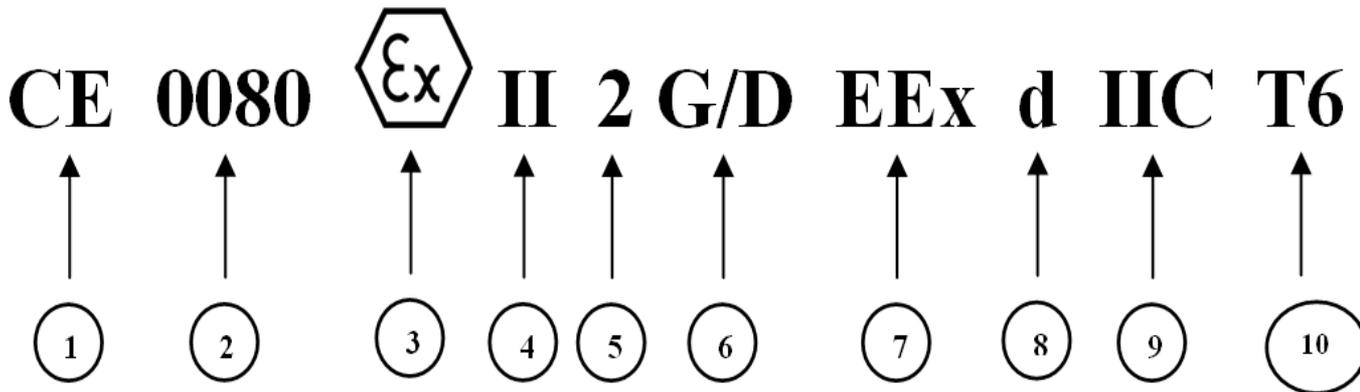


Figure 8 – Exemple de marquage

- 1. CE** : Le matériel répond aux normes européennes qui le concernent ;
- 2. 0080** : N° d'identification de l'organisme notifié, lorsque celui-ci intervient dans la phase de contrôle de la production ;
- 3. EX** : Utilisation autorisée en atmosphère explosive. Libre circulation dans l'Union Européenne;
- 4. Groupe d'appareil (II)** : indique le lieu d'utilisation de l'appareil. On distingue :
 - I** : concerne les industries minières ;
 - II** : concerne les industries de surface (pétrochimie, chimie, plasturgie, ...).
- 5. Catégorie (2)** : Permet d'identifier les zones où les appareils peuvent être installés.

Marquage des matériels électriques ATEX

5. Catégorie (2) : Permet d'identifier les zones où les appareils peuvent être installés.

Surface	Mine	Zone d'utilisation
1	M1	zone 0 ou 20
2	M2	zone 1 ou 21
3	-	zone 2 ou 22

6. Type de zone (G/D) :

G: pour les zones gaz et vapeurs;

D pour les zones poussières (Dust) ;

G/D pour les zones gaz et poussières.

7. Norme (EEx) : correspond à la norme à laquelle répond l'équipement.

EEx : répond à la norme européenne ATEX (CENELEC);

Ex : répond à la norme internationale ATEX (CEI).

Marquage des matériels électriques ATEX

8. Mode de protection (d) : comme "d" pour un appareil antidéflagrant, "e" pour sécurité augmentée, "ib" ou "ia" pour sécurité intrinsèque,...etc.

Zone 0 ou 20	Zone 1 ou 21	Zone 2 ou 22
ia	p; o; m; e; ib; ia; d; q	p; o; m; e; ib; ia; d; q; n

N. B. Le mode de protection "n" ressemble au mode de protection "e" (sécurité augmentée) avec des exigences de protection plus légères.

9. Groupe de gaz (IIC) : caractérise la dangerosité de la ou des substances générant l'ATEX dans laquelle l'appareil est utilisable.

Groupe de gaz	Gaz de référence	Énergie minimale d'inflammation (μJ)
I	méthane	300
IIA	propane	240
IIB	éthylène	70
IIC	hydrogène et acétylène	17

10. Classe de température (T6) : qui représente la température maximale de surface du matériel en service normal :

Classement en température	Température de surface correspondante (°C)
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

Par exemple, un appareil dont la température maximal de surface est de 105 °C sera classé **T4**. Il appartient ensuite à l'utilisateur de vérifier que la température d'auto-inflammation de l'atmosphère est supérieure à 135 °C. Le coût augmente avec la performance (de **T1** pour le moins cher jusqu'à **T6** pour le plus onéreux).

signalisation

Signalisation des matières, des gaz et mélanges explosifs **obligatoire**
Signalisation zones explosives balisage **obligatoire**



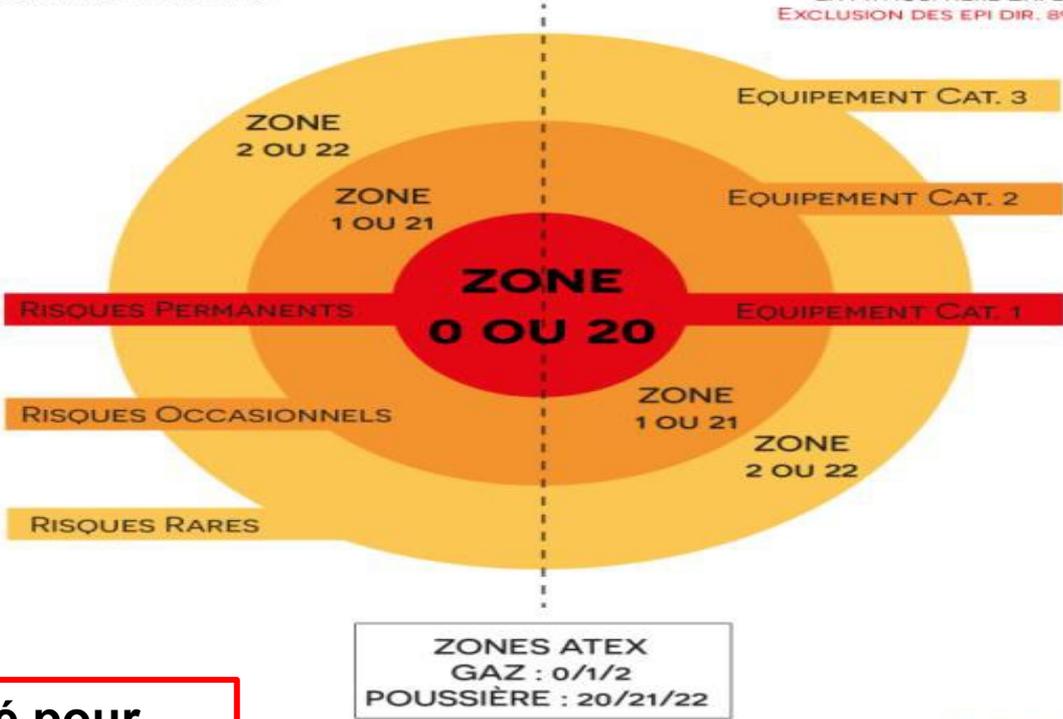
SYNTHÈSE DES ZONES ATEX

EMPLOYEURS

DIRECTIVE 1999/92/CE
PROTECTION DES TRAVAILLEURS SUSCEPTIBLES
D'ÊTRE EXPOSÉS AUX RISQUES
DES ATMOSPHÈRES EXPLOSIBLES.

FABRIQUANTS

DIRECTIVE 94/9/CE
APPAREILS ET SYSTÈMES DE PROTECTION
DESTINÉS À ÊTRE UTILISÉS
EN ATMOSPHÈRE EXPLOSIBLE
EXCLUSION DES EPI DIR. 89/686/CEE



Le logo utilisé pour signaler une zone ATEX