

Université de djillali Bounaama Khemis Miliana
Faculté des Sciences et de Technologies
Département de Génie Electrique

License 3
Automatique

Cours
Installations électriques en automatique

CHAPITRE 2
Appareillage pour atmosphère explosive

Enseigné par : Mme KARA MOSTEFA. C

Année Universitaire : 2019 / 2020

CHAPITRE 2

Appareillage pour atmosphère explosive

1-Rappel :

L'objectif du présent chapitre est de donner quelques détails supplémentaires sur les appareils électriques utilisés en instrumentations dans la zone explosive ou environnement ATEX. Cette présentation est relativement succincte et il est recommandé de se procurer les normes pour les normes pour une étude exhaustive des dispositifs, telles que celles de la série IEC 60079-X-2007 (X=1 ,2 ,5 ,6 ,7 ,11 ,15 et 18).

Le tableau .1. Donne les modes de protections usuels normalisés.

NORME		TITRE	CODE	APPLICATIONS
EN 50-	C 23-			
		Note 1		
014	514	Règles générales		
016	516	Suppression interne	"p"	Analyseurs, tableaux locaux
018	518	Enveloppe antidéflagrante	"d"	Capteurs, coffrets
019	519	Sécurité augmentée	"e"	Éclairage, boutons poussoirs
020	520	Sécurité intrinsèque (Notes 2, 3)	"i"	Capteurs
Notes				
1	On peut concevoir des appareils électriques utilisant plusieurs modes de protection, comme par exemple EEx de.			
2	"ia" le matériel reste sûr en présence d'un défaut unique ou d'une combinaison quelconque de deux défauts (imposé en zone 0). "ib" le matériel reste sûr en présence d'un défaut unique.			
3	La NF C 23.539 (EN 50.039) concerne les règles pour l'utilisation de systèmes à sécurité intrinsèque.			

2. Suppression interne « p »

2.1. Définition :

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 l'atmosphère environnante (0.5 mbar minimum), et quand cela est nécessaire (source interne de dégagement), en utilisant la dilution.

Le gaz de protection peut être soit de l'air, soit un gaz interne (azote, dioxyde de carbone, argon, ...etc).

2.2. Principe : La figure suivante montre le principe de protection.

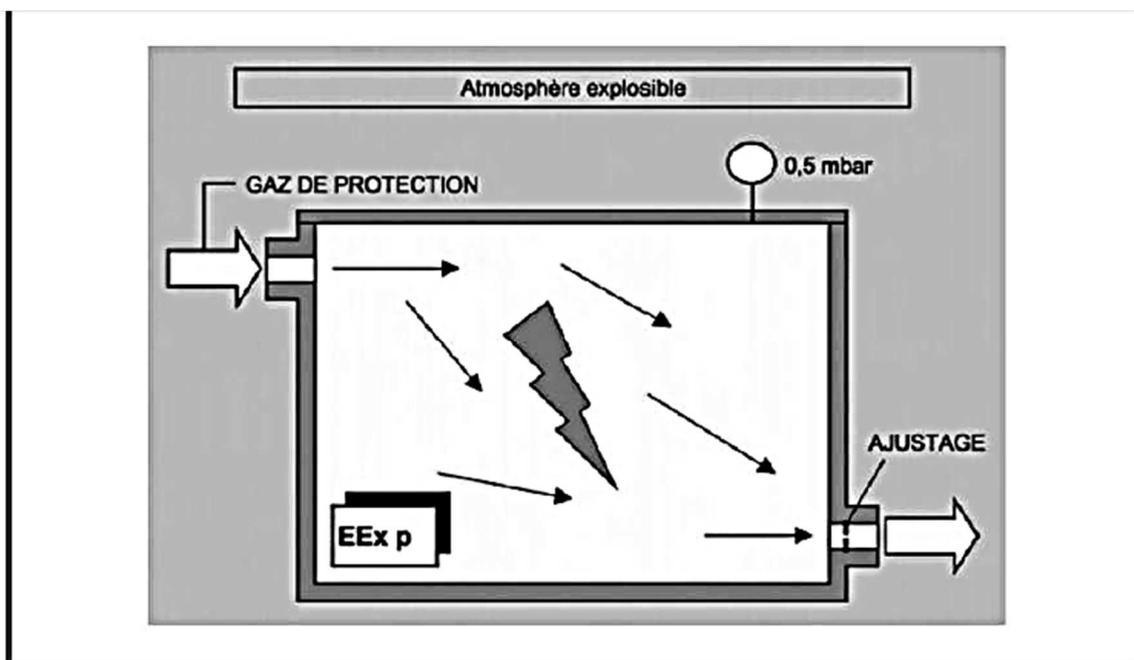


Figure 2.1- Protection « p »- Principe.

Suppression avec débit continu de gaz de protection sans source interne de dégagement.

2.3. Réalisations couvertes par la norme ATEX

Cette norme prévoit trois techniques de surpression :

- **Surpression statique :** c'est le maintien d'une surpression dans une enveloppe à surpression interne sans addition de gaz de protection dans un emplacement dangereux.
- **Surpression avec compensation des fuites :** c'est le maintien d'une surpression dans une enveloppe à surpression interne de telle façon que les orifices de sortie sont fermés, l'alimentation en gaz de protection soit suffisante pour compenser toute fuite de l'enveloppe à surpression interne et à ses canalisations.

- **Surpression avec débit continu de gaz de protection** : c'est le maintien d'une surpression dans une enveloppe à surpression interne avec un débit continu de gaz de protection au travers de l'enveloppe.

2.4. Règles pour les enveloppes à surpression interne

- *Degré IP de protection* : l'enveloppe à surpression interne doit procurer un degré de protection au moins IP40.
- *Résistance mécanique* : l'enveloppe à surpression interne doit résister à une pression égale à 1.5 fois la surpression maximale en service normale et avec un minimum de 2 mbar.

2.5. Dispositifs et dispositions de sécurité

Les principales exigences de la norme peuvent se résumer comme suit :

- Tous les dispositifs de sécurité utilisés pour éviter que le matériel électrique protégé par surpression interne soit une cause d'explosion ne doivent pas eux-mêmes être capables de causer une explosion ou doivent être montés en dehors de l'emplacement dangereux.
- Des dispositifs de sécurité, tels que relais temporisés et dispositifs de contrôle du débit du gaz de protection doivent être fournis pour empêcher la mise sous tension du matériel électrique contenu à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne tant que le balayage n'est pas achevé. Dans ce but la séquence des actions des dispositifs de sécurité doit être la suivante :
 - Après lancement de la séquence, le débit de balayage au travers de l'enveloppe et la surpression de celle-ci doivent être contrôlés.
 - Lorsque le débit minimum de gaz de protection est établi et que la surpression est dans les limites spécifiées, la temporisation de balayage peut démarrer.
 - Après l'expiration du temps de balayage, le matériel est alors prêt à être mis sous tension.
- Lorsque le gaz de protection est de l'air, la concentration en gaz inflammable après balayage ne doit pas dépasser 25% de la LIE. Lorsque le gaz de protection est autre que l'air, la concentration en oxygène après balayage ne doit pas dépasser 2% en volume.
- Un ou plusieurs dispositifs automatiques de sécurité doivent être fournis pour agir lorsque la surpression descend au-dessous de la valeur minimale spécifiée, et lorsque le débit descend au-dessous de la valeur minimale spécifiée.
- Une surpression de 0.5 mbar par rapport à la pression extérieure doit être maintenue en tout point à l'intérieur de l'enveloppe.
- Les matériels électriques contenus à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne qui peuvent être sous tension lorsque le mode de protection « p » n'est pas en service doivent être protégé par un autre mode de tension, le plus souvent « d ».

3. enveloppe antidéflagrante « d »

3.1. Définition

Cette enveloppe antidéflagrante enferme les pièces qui peuvent enflammer une atmosphère explosive dans le mode de protection, car elle résiste à la pression développée lors d'une explosion interne d'un mélange explosif et empêche la transmission de l'explosion.

3.2. Principe

La figure suivante montre le principe de la protection de l'enveloppe antidéflagrante « d ».

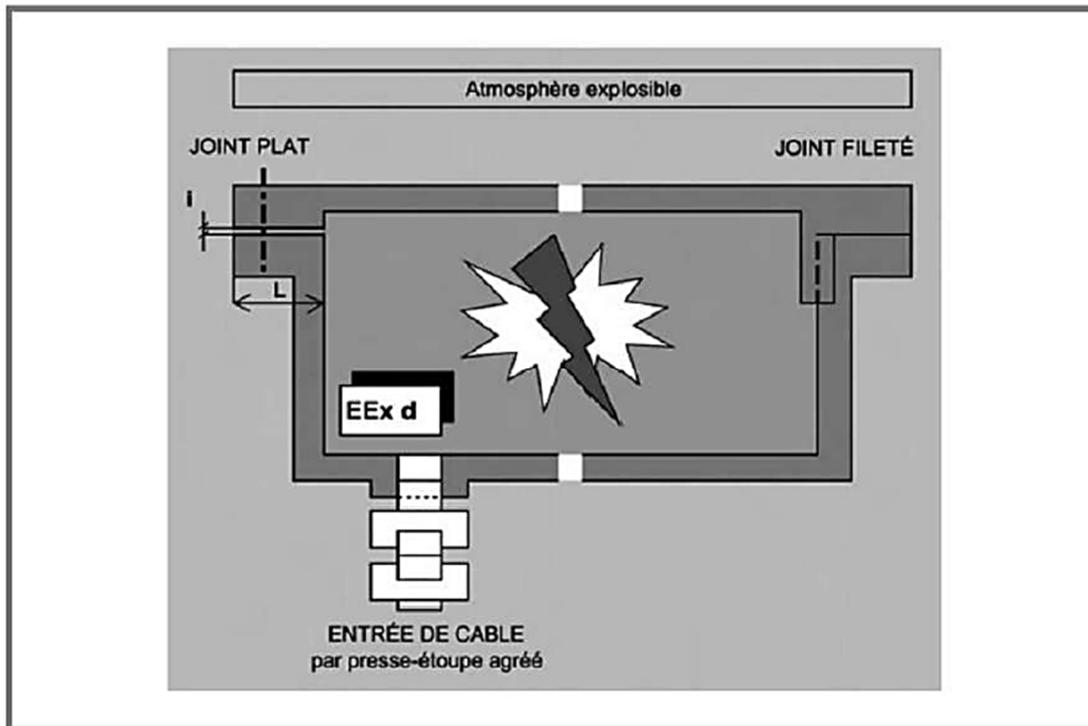


Figure 2.2- Protection « d »- Principe.

L : longueur de joint antidéflagrant

i : interstice du joint antidéflagrant.

Ce type de protection est le plus ancien et longtemps considéré comme l'unique matériel de sureté utilisable.

3.3. Précaution d'installation

- Un type de matériel antidéflagrant est certifié pour un contenu donné et avec un nombre donné d'ouvertures taraudées pour les raccordements.
- Si des ouvertures prévues dans une enveloppe antidéflagrante ne sont pas utilisées, elles doivent être obturées de telle sorte que les propriétés antidéflagrantes de l'enveloppe soient maintenues.
- Les entrées de câbles séparées de l'enveloppe doivent être certifiées come les appareils antidéflagrants.

4. Sécurité augmentée « e »

4.1. Définition

Mode de protection dans lequel des mesures complémentaires sont appliqués afin de fournir une sécurité augmentée contre la possibilité des températures excessives ainsi que l'apparition et la non production d'arcs et d'étincelles à l'intérieur d'une enceinte et à l'extérieur du matériel électrique respectivement en service normal.

4.2 Principe

La figure suivante montre le principe de la protection « e ».

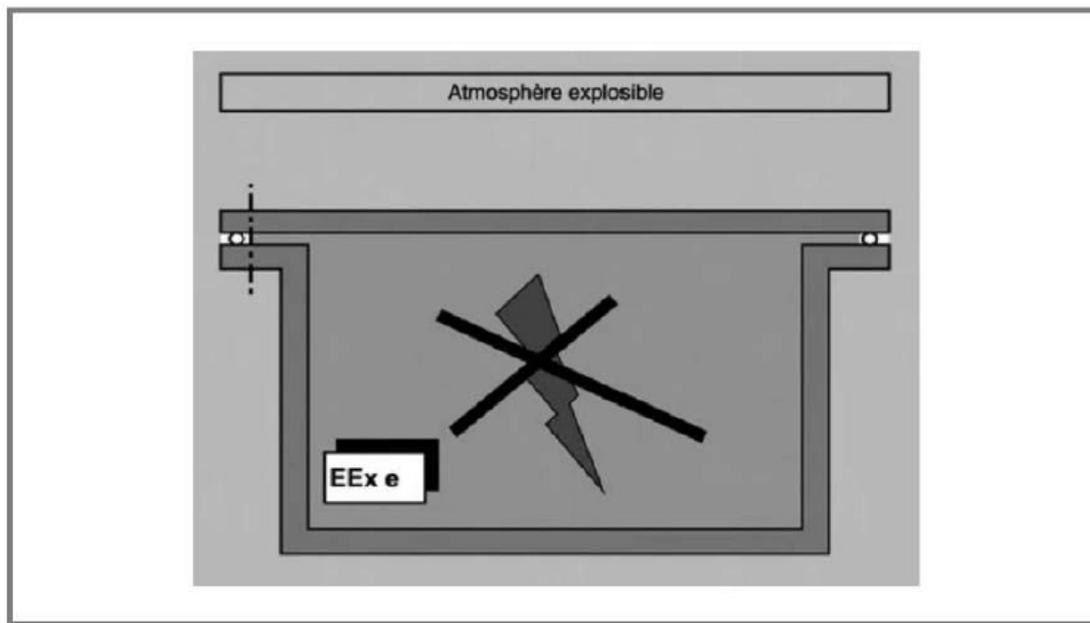


Figure 2.3- Protection « e »- Principe.

Ce type de protection n'est pas compatible avec la conception des instruments, mais son utilisation en combinaison avec la protection « d » est intéressante en électricité.

5. Sécurité intrinsèque « i »

5.1. Définition

Circuit dans lequel aucune étincelle ni aucun effet thermique n'est capable de provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive donnée.

5.2. Principe

La figure suivante montre le principe de la protection « i »

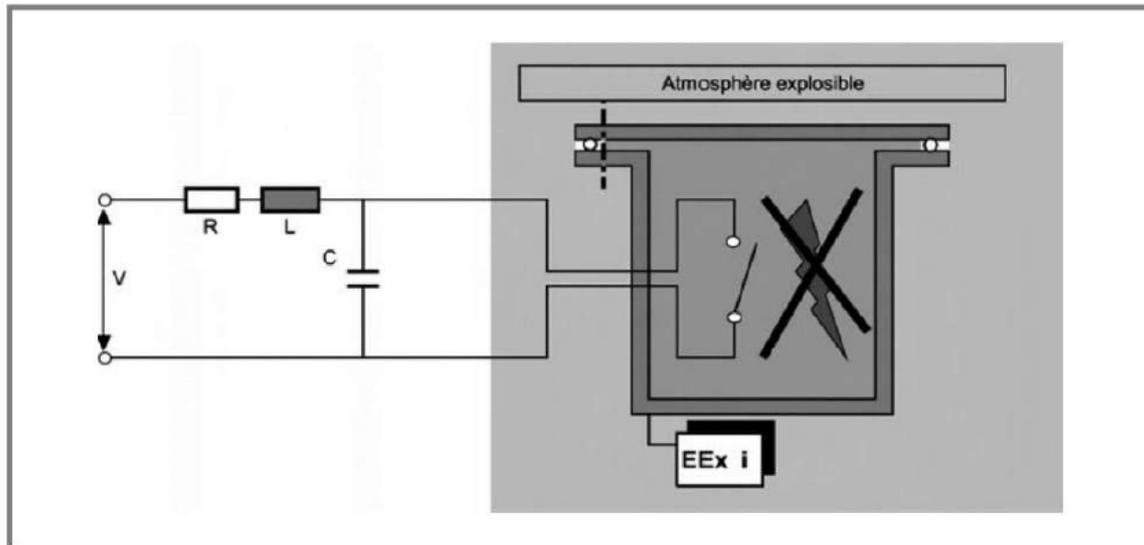


Figure 2.4- Protection « i »- Principe.

La sécurité intrinsèque repose essentiellement sur la limitation de l'énergie stockée dans le circuit électrique (inductance L et condensateur C) et sur la limitation du courant (résistance R). Le matériel installé en atmosphère dangereuse est étudié afin d'être incapable de générer des arcs ou des étincelles pouvant provoquer l'inflammation d'une atmosphère dangereuse, soit en fonction normal soit en cas de défaut(s).

5.3. Barrière de sécurité intrinsèque

Le matériel installé en zone explosive peut donc fonctionner sous une tension et un courant compatible avec la non inflammation d'un mélange explosif, tout en prenant les dispositions nécessaires afin qu'un défaut sur le circuit associé n'amène pas des conditions dangereuses en zone explosive.

Un circuit associé est représenté comme un matériel électrique contenant à la fois des circuits de sécurité intrinsèques ainsi que des circuits de non sécurité intrinsèque, où les circuits de non sécurité intrinsèques ne peuvent affecter aux circuits de sécurité intrinsèques, ils sont séparés par une barrière de sécurité intrinsèque montrée dans la figure suivante :

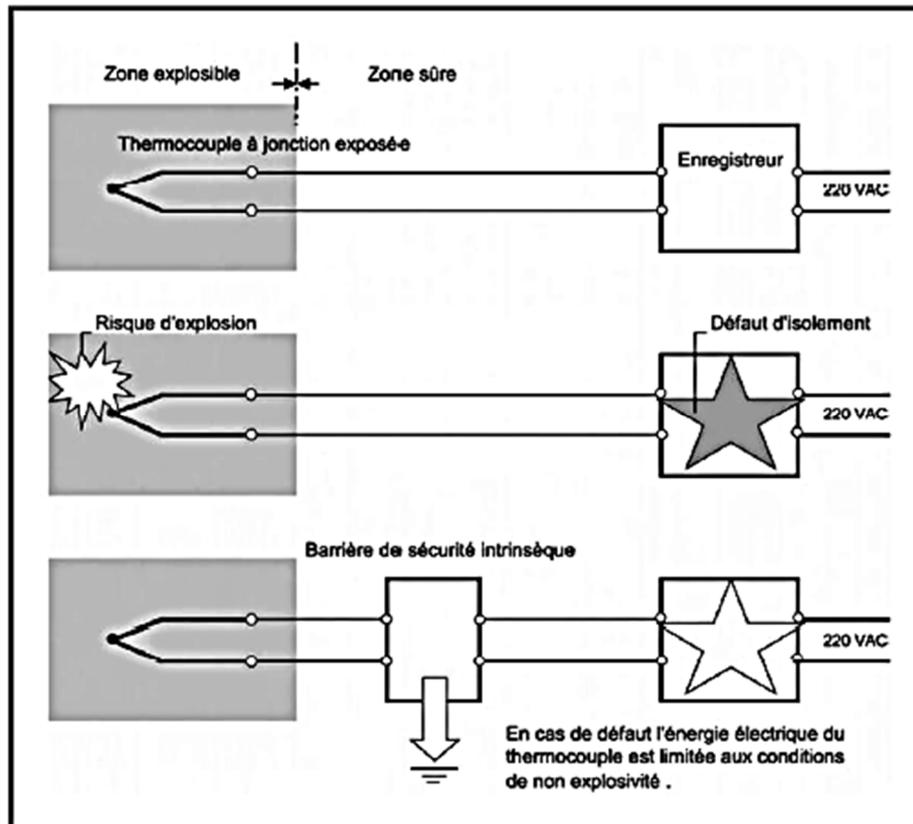


Figure 2.5 – Nécessité d’une barrière de sécurité.

Cette barrière sécurité doit être installée dans une zone sûre, qui veut dire non explosive. Les barrières utilisées sont de deux types :

1. Les barrières à diodes Zener ou barrières passives.

En cas de tension anormale venant de la zone sûre (250 VAC max), les diodes zener dérivent le courant de défaut vers la terre, et si ce courant dépasse une certaine valeur, assurant la protection de la tension en circuit ouvert (V_{oc}) en zone explosive, selon la relation :

$$I_{sc} = V_{oc} / R_{lim}$$

Les diodes zener étant considérées comme élément fragile. Par contre, la résistance de limitation est un élément considéré comme un élément infallible.

La figure suivante montre le montage d’une barrière passive.

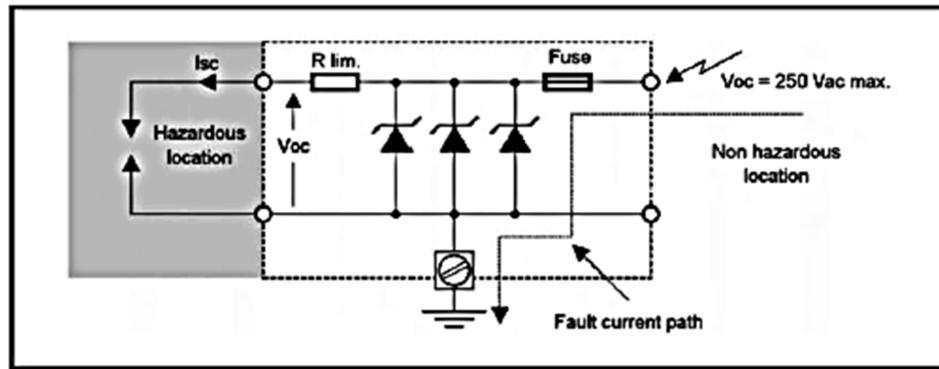


Figure 2.6- Barrière Zener (passive).

Avantages :

- Simple et fiable
- Permet d'utiliser un appareil standard en appareil de sécurité intrinsèque.

Inconvénients :

- Nécessite un raccordement à la terre.
- La résistance de limitation augmente la résistance de boucle (diminue la tension disponible sur un transmetteur).
- Les diodes zeners peuvent introduire des erreurs de mesure d'un transmetteur en cas de courant de fuite à la terre.
- Les capteurs passifs nécessitent un convertisseur installé en zone sûre pour obtenir un signal 4-20 mA.

2. Les barrières à isolement galvanique ou barrières actives.

La figure suivante montre la barrière à isolement galvanique.

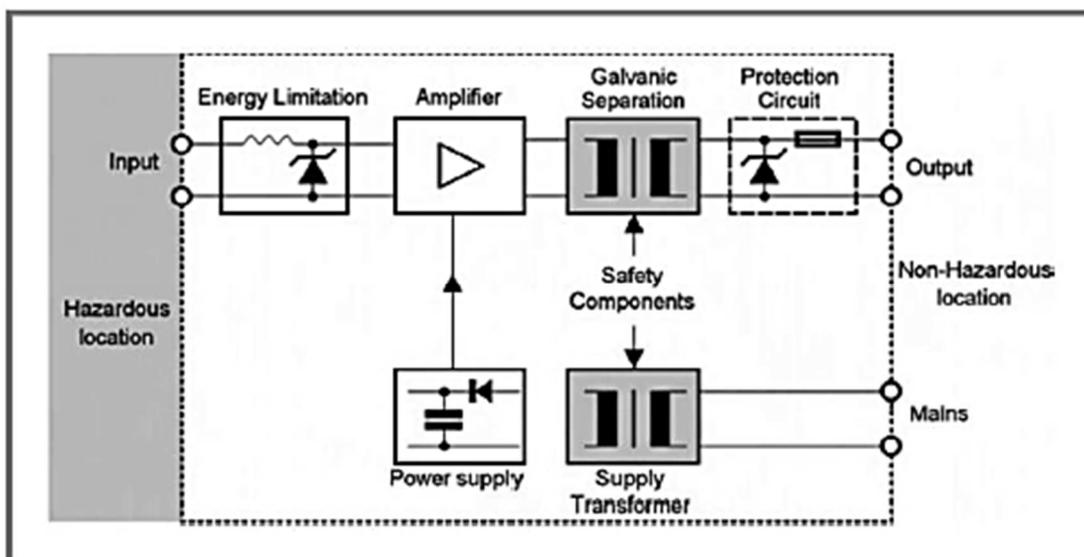


Figure 2.7- Barrière à isolement galvanique (active).

La barrière à isolement galvanique (par couplage électromagnétique ou optoélectrique) interdit toute montée de potentiel de l'équipement en zone explosive.

Avantages :

- Pas de prise de terre
- Des capteurs de mise à la terre peuvent être utilisés.
- Excellente précision d'une mesure.
- Peut contenir un système de traitement du signal (convertisseur mV/ mA par exemple) sur une sortie de 4-20 mA.

Installation de la barrière de sécurité intrinsèque

La barrière de sécurité intrinsèque doit être installée dans la zone sûre, c'est-à-dire :

- Soit sur le site, en zone non classée, en coffret ou en armoire, à condition que la température dans l'enceinte reste dans les limites des conditions de service du matériel utilisé.
- Soit sur le site, en zone classée, dans un coffret antidéflagrant à condition que la température dans l'enveloppe reste dans les limites des conditions de service du matériel utilisé.
- Soit en salle technique.

5.4. Catégories de matériels électriques de sûreté « i »

Le matériel de sécurité intrinsèque et ses parties sont répartis dans l'une des deux catégories « ia » ou « ib » montrées dans le tableau ci-dessous :

Tableau. 4- Catégories de matériels électriques « ia » et « ib ».

	Catégorie "ia" Coefficient de sécurité (1)	Catégorie "ib" Coefficient de sécurité (1)
Dispositif qui ne doit pas pouvoir provoquer d'inflammation dans chacune des circonstances suivantes:		
- en fonctionnement normal	1,5	1,5
- en fonctionnement normal et en appliquant un défaut pris en compte	1,5	1,5
- en fonctionnement normal et en appliquant deux défaut pris en compte	1	non applicable
(1) coefficient applicable à la tension, au courant ou à leur combinaison pour les essais d'inflammation par étincelles. Pour les essais de la classification en température de surface, ce coefficient est de 1,0 dans tous les cas.		