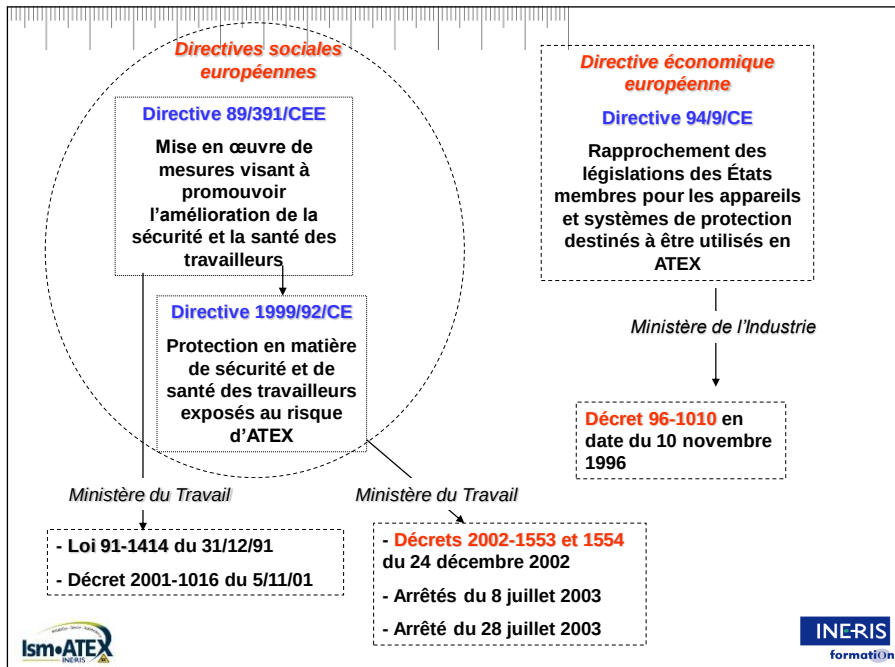






Fabricants
Directive ATEX 94/9/CE

Directive ATEX 94/9/CE du 23 mars 1994

- Décret n° 96.1010 du 19 novembre 1996
 - Arrêté du 20 décembre 1996 (ON = INERIS - LCIE)
 - Arrêté du 3 mars 1997 (exemple de déclaration CE de conformité)
 - Arrêté du 21 août 2000 (fonctionnement de la commission)
 - Arrêté du 22 septembre 2000 (membres de la commission)
 - Arrêté du 8 novembre 2004 (renouvellement des membres)
- Décret n°2002-695 du 30 avril 2002 (modif. du 96.1010)

Logos : **Ism-ATEX** et **INERIS formation**.

Utilisateurs

Directive ATEX
1999/92/CE

Directive ATEX 1999/92/CE du 16 décembre 1999

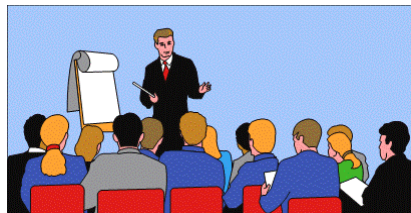
- Décrets 2002-1553 et 2002-1554 du 24 décembre 2002
 - Arrêté du 8 juillet 2003 (Zones, mesures organisationnelles)
 - Arrêté du 8 juillet 2003 (signalisation des zones)
 - Arrêté du 28 juillet 2003 et sa circulaire d'application (complète décret du 14 novembre 1988 - installation des matériels électriques)



Directive 1999/92/CE

Annexe II § 1.1. – Mesures organisationnelles - Formation des travailleurs

... et que "l'employeur prévoit, à l'intention de **ceux qui travaillent** dans des emplacements ou des atmosphères explosibles peuvent se présenter, une **formation suffisante et appropriée** en matière de protection contre les explosions " ...



Directive 1999/92/CE

Article 8 – Document Relatif à la Protection Contre les Explosions - (DRPCE)

Il doit entre autre faire apparaître :

- que les lieux et équipements de travail, y compris les dispositifs d'alarme, sont **conçus**, utilisés et **entretenus** en tenant compte de **la sécurité** ”

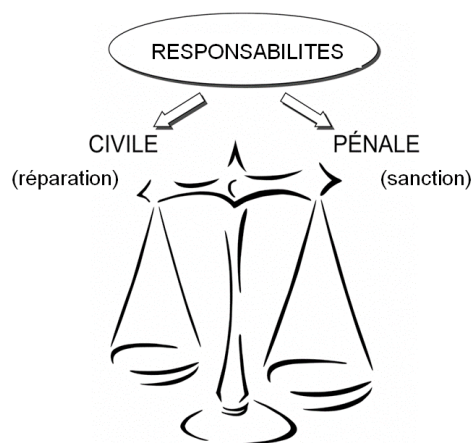


Ism-ATEX
INERIS



INERIS
formation

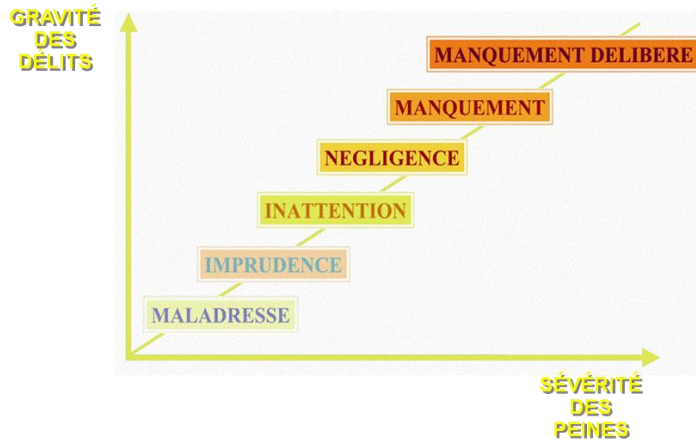
Quelques rappels juridiques Notions de responsabilités



Ism-ATEX
INERIS

INERIS
formation

La gradation des délits



Qui est concerné par la responsabilité pénale ?





Les certifications volontaires dans le domaine des ATmosphères EXplosibles



Les certifications volontaires

Pour le personnel et les entreprises extérieures :

- **Réparation** en atelier des équipements ATEX :



- **Conception, Réalisation et Maintenance** sur site des installations :



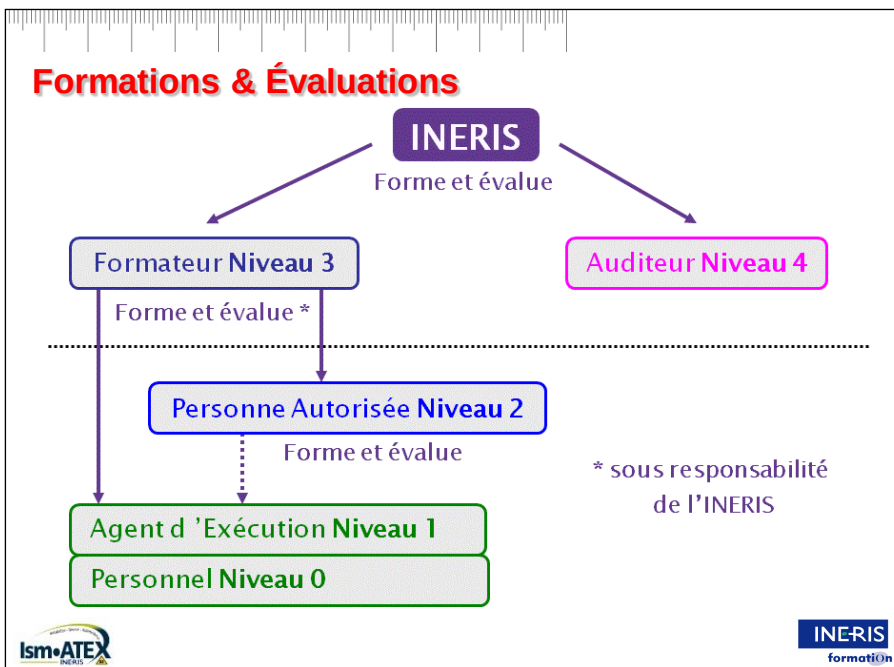
 

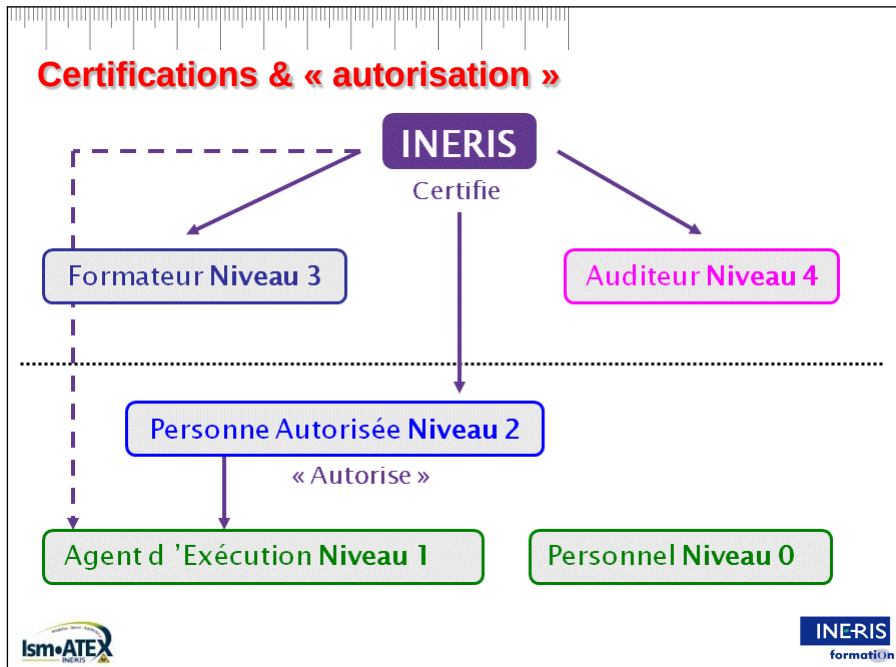


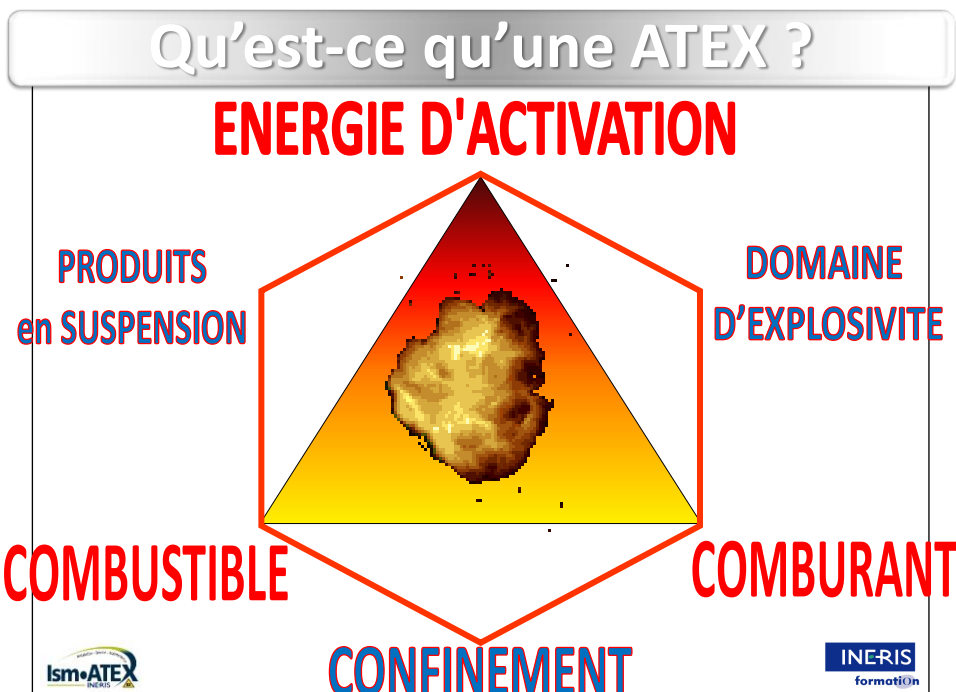
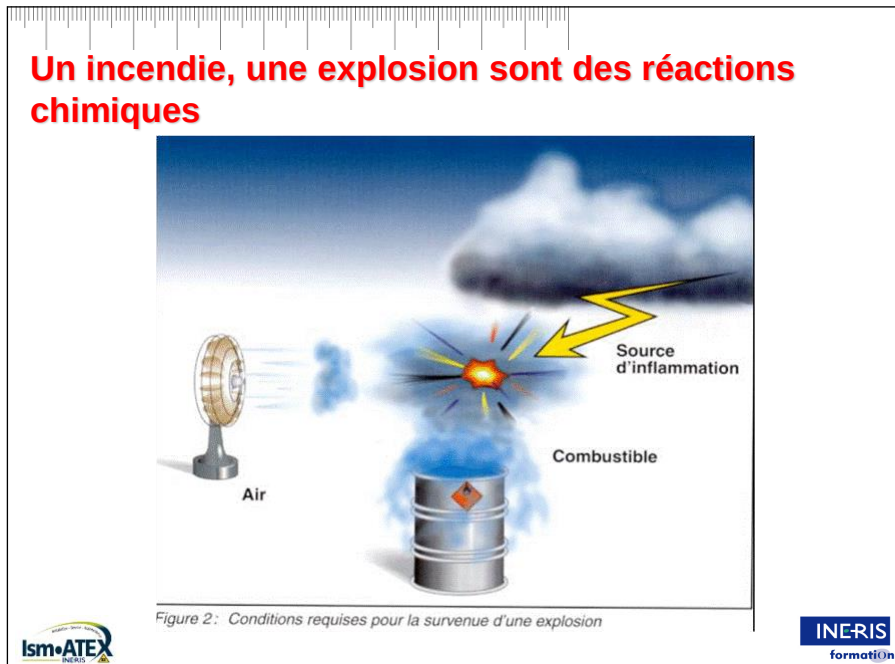
Formation et certification des intervenants

Ism-ATEX
INERIS

INERIS
formatiOn







Mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques,...

- Température ambiante : entre -20°C et +40°C
- Pression atmosphérique : 1013 mbar
- L'air contient 21% d'oxygène

...de substances inflammables sous forme

- de gaz : méthane, butane, hydrogène, ...
- de vapeurs, de brouillards : sulfure de carbone, alcool éthylique, oxyde d'éthylène, acétone, ...
- de poussières : aluminium, amidon, céréales, charbon, sucre, ...



Gaz, Vapeurs et Brouillards

**Grandeurs caractéristiques
vis-à-vis du risque d'explosion**

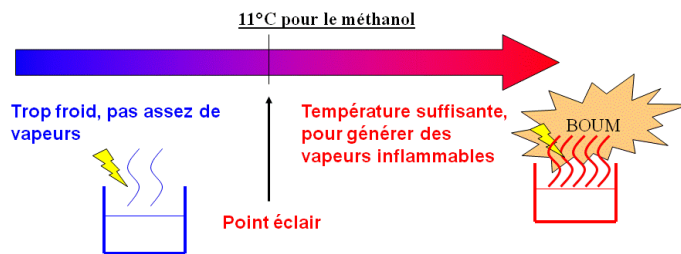


Point éclair d'un liquide

Le point éclair est la température à partir de laquelle un liquide produit suffisamment de vapeurs pour atteindre la limite inférieure d'inflammabilité

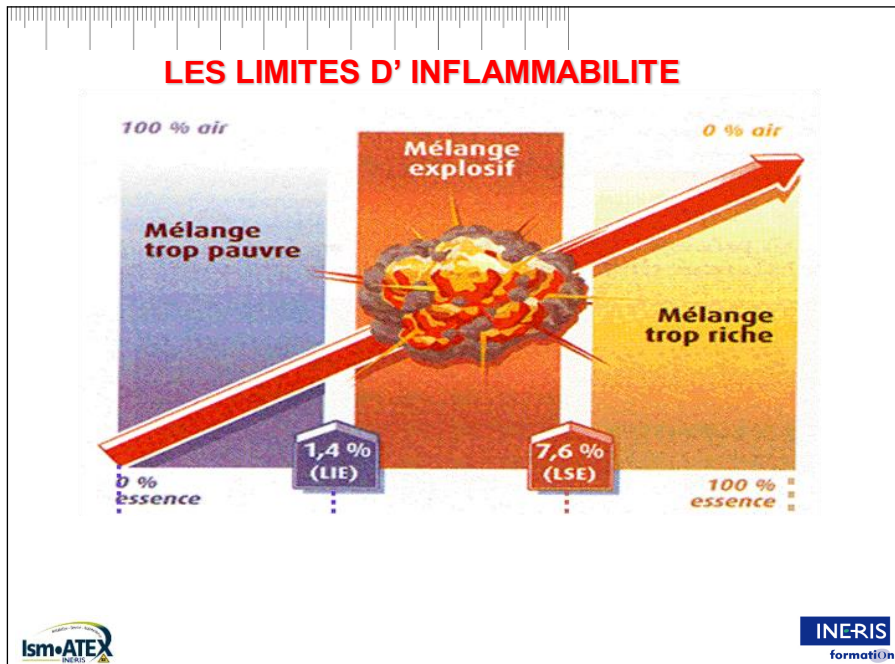
Une simple étincelle peut enflammer les vapeurs du mélange

Le point éclair est une caractéristique du produit



Quelques valeurs de Points d'éclair

- | | |
|----------------------|--------|
| • oxyde d'éthylène | - 17°C |
| • éther éthylique | - 45°C |
| • essence (io 100) | - 37°C |
| • sulfure de carbone | - 30°C |
| • acétone | - 17°C |
| • éthanol à 100% | 12°C |
| • gas-oil | 55°C |



Quelques limites d'explosivité

	LIE %	LSE %
▪ acétone	2,6	13
▪ butane	1,8	8,4
▪ oxyde d'éthylène	3,5	100
▪ oxyde de propylène	2,8	37
▪ oxyde de carbone	2,5	74
▪ éthanol	3,3	19
▪ essence (io 100)	1,4	7,4
▪ éther éthylique	1,9	36
▪ hydrogène	4	75
▪ méthane	5	15

Ism-ATEX INERIS

INERIS formation

Classement des substances inflammables (gaz, vapeur ou brouillard)

DEUX CRITERES ESSENTIELS :

EMI
(JOULE)

**ENERGIE
MINIMALE
d'INFLAMMATION**

IEMS
(mm)

**INTERSTICE
EXPERIMENTAL
MAXIMAL DE
SECURITE**



Quelques valeurs d'EMI (Gaz, vapeur ou brouillard)

• méthane	300 μ J	I
• butane	250 μ J	IIA
• éthanol	140 μ J	IIA
• éthylène	70 μ J	IIB
• oxyde d'éthylène	60 μ J	IIB
• hydrogène	17 μ J	IIC
• sulfure de carbone	15 μ J	IIC

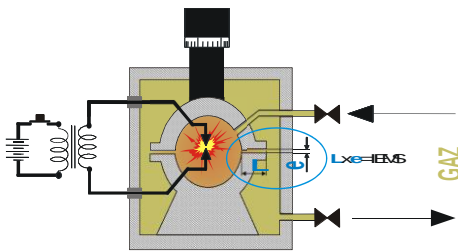
**L'énergie dans l'étincelle d'une bougie automobile
est d'environ 1J**



IEMS : Interstice Expérimental Maximal de Sécurité.

C'est l'interstice propre à un gaz donné, qui lamine (refroidit et étouffe) la flamme d'une explosion.

Appareil pour la détermination de l'IEMS



Quelques valeurs d'IEMS

▪ acétone	1,01 mm	IIA
▪ méthane	1,14 mm	I / IIA
▪ propane	0,92 mm	IIA
▪ éthanol	0,91 mm	IIA
▪ éther éthylique	0,87 mm	IIB
▪ oxyde de propylène	0,70 mm	IIB
▪ éthylène	0,65 mm	IIB
▪ oxyde d'éthylène	0,59 mm	IIB
▪ hydrogène	0,28 mm	IIC
▪ acétylène	0,37 mm	IIC
▪ sulfure de carbone	0,20 mm	IIC

EMI et IEMS varient dans le même sens

	EMI(μ J)	IEMS(mm)	GRUPE de GAZ
Méthane	300	1,14	I
Propane	240	0,92	IIA
Éthylène	70	0,65	IIB
Acétylène	17	0,37	IIC
Hydrogène	17	0,29	IIC

sens croissant du risque

1er classement : Groupe de gaz

En conséquence, les matériels destinés à être utilisés dans une atmosphère explosive portent un groupe ou subdivision :

I, II, IIA, IIB ou IIC



Température d'inflammation

Pour les gaz, vapeurs ou brouillard :

la **température d'inflammation** est la température minimale à laquelle le mélange Air/ Gaz ou vapeurs, s'enflamme spontanément.

Cette donnée est à prendre en compte lorsqu'une atmosphère explosive est susceptible d'entrer en contact avec une paroi chaude.



Quelques températures d'inflammation

▪ hydrogène	560°C
▪ acétone	465°C
▪ essence (io 100)	460°C
▪ oxyde d'éthylène	430°C
▪ éthanol	363°C
▪ butane	287°C
▪ éther éthylique	160°C
▪ sulfure de carbone	102°C



D'où le classement du matériel

Classes de température	Valeur maximale (°C)
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

2ème classement : Classes de température

Classe de température



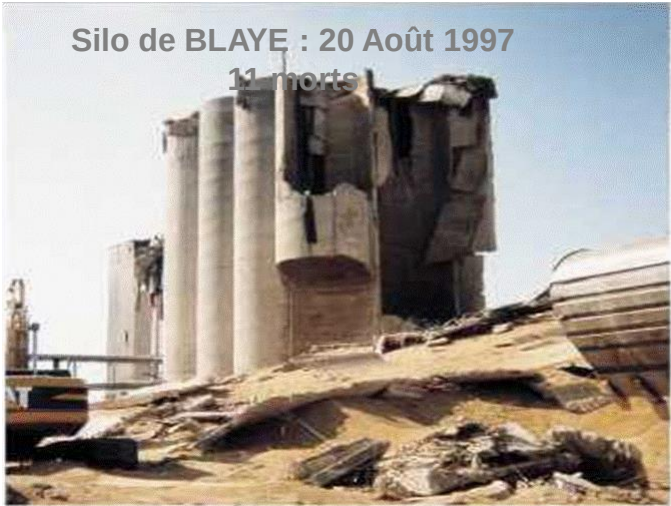


Poussières

**Grandeurs caractéristiques
vis-à-vis du risque d'explosion**

Ism-ATEX
INERIS

INERIS
formatiOn



Silo de BLAYE : 20 Août 1997
11 morts

Ism-ATEX
INERIS

INERIS
formatiOn

Les poussières

Une atmosphère explosive poussièreuse réagit différemment d'une atmosphère explosive gazeuse.

- La ventilation n'a pas le même effet
- Le risque dépend non seulement de la substance mais aussi :
 - de sa granulométrie « généralement $< 0,3 \text{ mm}$ »
 - de son taux d'humidité
- La détection d'une atmosphère explosive poussiéreuse n'est pas facile



Les poussières

Caractéristiques de la poussière :

- Température d'inflammation en couche
- Température d'inflammation en nuage
- Résistivité électrique en couche

Poussières conductrices : Poussières ayant une résistivité électrique égale ou inférieure à 1000 ohm.
- Autres caractéristiques :
 - granulométrie « généralement $< 0,3 \text{ mm}$ »
 - dispersibilité
 - limite inférieure d'inflammabilité
 - énergie minimale d'inflammation



Quelques valeurs d'EMI (poussières)

▪ toner	<10 mJ
▪ aluminium en poudre	15 mJ
▪ Résine époxydique	15 mJ
▪ charbon de bois	20 mJ
▪ amidon de blé	25 mJ
▪ sucre	30 mJ
▪ vitamine C	60 mJ
▪ cacao	100 mJ



Concentration minimale d'explosion (nuages de poussières en g/m³)

▪ toner	60
▪ aluminium en poudre	40
▪ résine époxydique	20
▪ charbon de bois	140
▪ amidon de blé	25
▪ sucre	45
▪ vitamine C	70
▪ cacao	75



Températures d'inflammation

MATIERE	Températures d'inflammation	
	<u>nuage</u>	<u>couche</u>
▪ Aluminium	520	410
▪ Amidon	350	345
▪ Céréales	520	300
▪ Charbon	600	250
▪ Farine de bois	490	340
▪ Lait en poudre	610	340
▪ Poudre époxy	510	Fusion
▪ polyéthylène	440	Fusion
▪ Sucre	490	490



Données sur les produits

Gaz et vapeurs

CEI 60079-20 : « données pour gaz et vapeurs inflammables, en relation avec l'utilisation des matériels électriques »

Poussières

Guide BIA : base de donnée en ligne GESTIS :

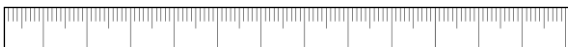
<http://www.hvbg.de/e/bia/fac/expl/index.html>





Les sources d'inflammation

Gaz, vapeurs, brouillards et poussières



Energies suffisantes

étincelles d'origine mécanique :

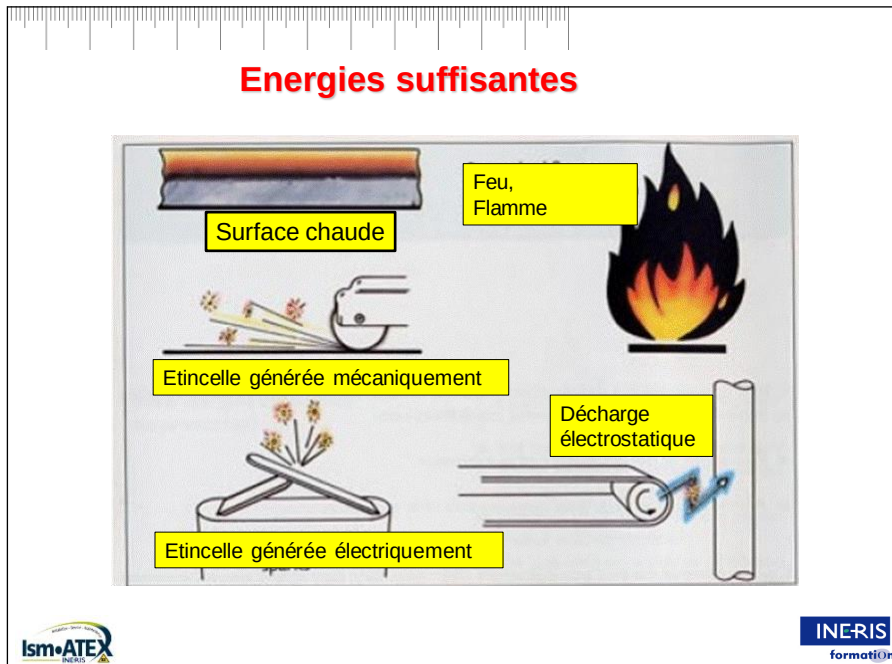
- Energies importantes à mettre en jeu quant à la mise en œuvre d'une explosion
- Limitation de certains matériaux
- Chocs et frottements



étincelles d'origine électrique :

- Energies plus faibles quant à la mise en œuvre d'une explosion

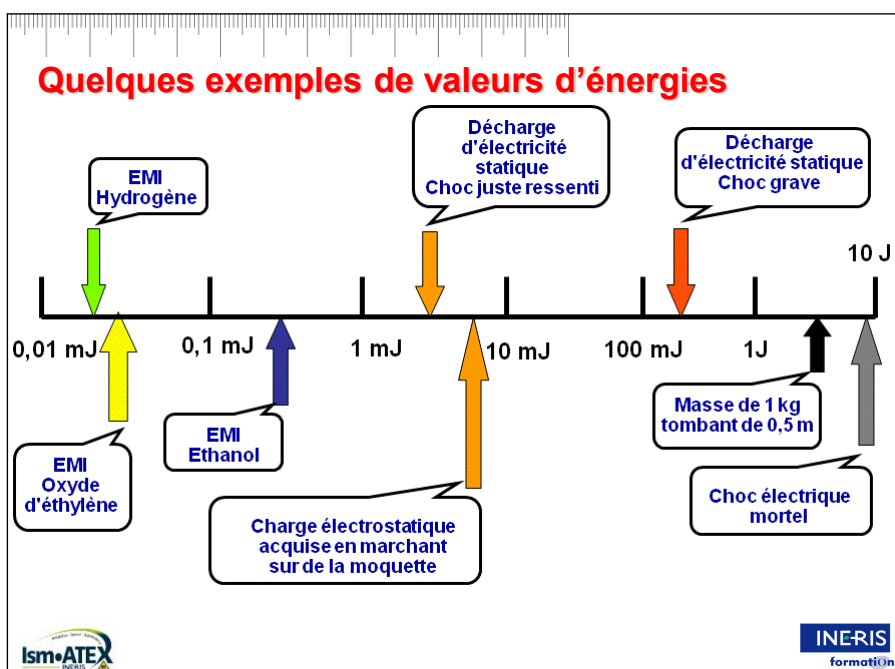




Sources d'inflammation

sources d'inflammation	causes de la source d'inflammation
Matériel électrique	Étincelles, échauffement, court circuit, mauvais serrage, mauvais calcul, utilisation sur charge, charbons, collecteurs, etc.
Surfaces chaudes	Procédé, échauffement, frottement, mauvais graissage, traçages, chauffages
Étincelles et points chauds mécaniques	Fortement, chocs, abrasion, réaction aluminothermie, casse mécanique
Feu, flamme, braise	Cigarette, fours, briquets, soudure, meulage
Travaux, outillage, engin de chantier	Travaux avec feu, étincelles, points chauds, température moteur,
Équipements individuel	Vêtement, chaussure, électricité statique, graisse + oxygène, téléphones portables

Logos: **Ism-ATEX** and **INERIS formation**



La directive 1999/92/CE

**Protection et santé
dans le milieu du travail
Risques d'atmosphères explosives**

Logos : Ism-ATEX INERIS et INERIS formation

La directive 1999/92/CE

- **Objectifs** : fixer et harmoniser les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosives
- **Cadre** : 15^{ième} directive particulière au sens de l'article 16 de la directive 89/391/CEE
- **Complément social** de la directive ATEX 94/9/CE
- **Transposition** en droit français : par le ministère chargé du travail
- **Date d'application** : 30/06/2003



La directive 1999/92/CE

- Cette directive s'adresse aux **employeurs**, lorsque des atmosphères explosives sont susceptibles de se former sur les lieux de travail, de sorte qu'ils puissent **prendre les mesures nécessaires** afin de préserver la santé et la sécurité des travailleurs, et qu'une surveillance adéquate soit assurée conformément à **l'évaluation des risques**.
- C'est une directive qui porte sur les **lieux** de travail, pas sur les matériels. Elle nécessite donc une **analyse de risques globale**, prenant en compte le couple emplacement-matériels.



Champ d'application

Sont concernées toutes les installations où des **produits combustibles** sont **mis en œuvre** et où des ATEX peuvent se former (y compris celles exploitées par les PMI/PME)



Champ d'application

Sont concernées toutes les installations où des **produits combustibles** sont **mis en œuvre** et où des ATEX peuvent se former (y compris celles exploitées par les PMI/PME)

	Branche	Exemple de risque d'explosion
	Industrie chimique	L'industrie chimique utilise de nombreux procédés de transformations et de traitement de substances gazeuses, liquides et solides combustibles. Ces procédés peuvent donner naissance à des mélanges explosifs.
	Décharges	Les décharges peuvent produire des gaz explosifs. Afin qu'ils ne s'échappent pas de manière incontrôlée au vent, des mesures techniques d'envergure sont nécessaires.
	Producteurs d'électricité	Des poussières de charbon explosives peuvent se former lors du traitement (transport, broyage et séchage) du charbon en morceaux, qui lui ne présente pas ce risque.
	Entreprises d'épuration des eaux	Les gaz de fermentation qui se dégagent lors du traitement des eaux usées dans les stations d'épuration peuvent donner naissance à des mélanges gaz/air explosifs.
	Entreprises de distribution de gaz	Des mélanges gaz/air explosifs peuvent se former notamment en cas de fuites de gaz naturel.
	Ateliers de peinture	L'overspray qui se forme dans les cabines de peinture lors du laquage de surfaces au pistolet est susceptible de former une atmosphère explosive.
	Agriculture	Certaines exploitations agricoles utilisent des installations de récupération de biogaz. En cas de fuites de biogaz, des mélanges biogaz/air explosifs peuvent se former.
	Ateliers de transformation des métaux	Lors de l'usinage de pièces métalliques, des poussières métalliques explosives peuvent se former lors du traitement des surfaces (polissage). C'est le cas en particulier des métaux légers. Ces poussières de métaux peuvent créer un risque d'explosion dans les collecteurs.
	Industrie alimentaire	Lors du transport et du stockage des céréales, des poussières explosives peuvent se former. Si celles-ci sont aspirées et filtrées, une atmosphère explosive peut se former dans le filtre.
	Industrie pharmaceutique	La production pharmaceutique utilise fréquemment des alcools comme solvants. En outre, des matières actives et des adjuvants susceptibles de former des poussières explosives sont utilisés, par exemple du lactose.
	Raffineries	Les hydrocarbures traités dans les raffineries sont tous inflammables et, selon leur point d'éclair, ils peuvent former des atmosphères explosives, même à température ambiante. Les effluents des installations de raffinage de pétrole sont généralement considérés comme des zones dangereuses.
	Entreprises de recyclage	Lors du recyclage des déchets, il peut y avoir des risques d'explosion dus, par exemple, à des fûts et d'autres récipients non vidés contenant des gaz et/ou des liquides inflammables ou encore des poussières de papier ou de plastique.



Décret 2002-1553 : Obligations de l'employeur

Prévention des explosions :

- Empêcher la formation d'atmosphères explosives ou,
 - Éviter l'inflammation d'atmosphères explosives et,
 - Réduire les effets nuisibles d'une explosion
-
- Prévention des explosions et protection contre leurs effets (sécurité intégrée)
 - Évaluation des risques d'explosion
 - Obligations générales
 - Devoir de coordination
 - Subdivision des emplacements où des ATEX peuvent se présenter
 - Document relatif à la protection contre les explosions



Décret 2002-1553 : Obligations de l'employeur

Code du travail: Article R4227-46

- **Évaluation des risques :**
Il faut tenir compte (art. R.4227- **** du code du travail) :
 - de la probabilité de formation des ATEX
 - de la probabilité d'inflammation des ATEX
 - de la nature des procédés mis en œuvre et des installations exploitées et des propriétés des produits mis en œuvre,
 - de l'étendue des conséquences



Décret 2002-1553 : Obligations de l'employeur

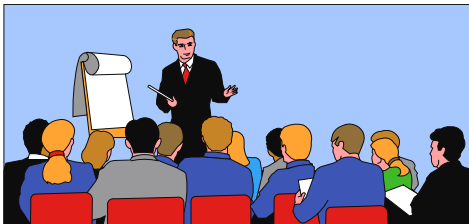
- L'**employeur** prend les mesures nécessaires pour que :
 - lorsque des atmosphères explosives peuvent se former, le milieu de travail soit tel que **le travail** puisse être effectué **en toute sécurité**
 - une **surveillance adéquate** soit assurée conformément à l'évaluation des risques
- **Devoir de coordination**
 - Lorsque **plusieurs entreprises** sont présentes sur un lieu de travail, **chaque employeur est responsable** de ce qui relève de son contrôle.
 - L'**employeur** responsable du lieu de travail **coordonne** la mise en œuvre des mesures de sécurité.



Mesures organisationnelles

Code du travail: Article R4227-44
Créé par [Décret n°2008-244 du 7 mars 2008 - art. \(V\)](#)

- **Formation des travailleurs**
- **Instructions écrites et autorisations de travail**



Code du travail: Article R4227-49
Créé par [Décret n°2008-244 du 7 mars 2008 - art. \(V\)](#)

Mesures organisationnelles

- Procédures de maintenance (permis de travaux..)

- Lieux précis où doivent s'effectuer les travaux
- Identification claire des travaux, durée, équipements utilisés
- Identification des risques (type zone, produit), moyens de protections mis en place
- Equipement individuel adéquat
- Surveillance zone durant les travaux
- Obligation de coordination



Remarque: Lors de travaux de maintenance, il y a lieu, si possible, d'isoler mécaniquement et/ou électriquement les appareils ou parties de l'installation dont la mise en service involontaire pendant les travaux peut provoquer une explosion. Par exemple, si des travaux à chaud doivent être effectués dans un récipient, il y a lieu d'isoler du récipient et d'équiper par exemple d'une bride pleine ou d'un dispositif analogue toutes les conduites dont peut provenir une *atmosphère explosive dangereuse* ou qui sont reliées à d'autres récipients pouvant renfermer une telle atmosphère.



Mesures organisationnelles

Instructions écrites

- Règles de comportement
- Equipement particulier nécessitent une procédure particulière
- Attention aux problèmes linguistiques

Formation du personnel devant intervenir en zone ATEX

- Risques ATEX présent sur les lieux de travail
- Les zones
- Mesures de protections
- Manipulation des équipements
- Protection individuelle
- Recyclage et test de connaissance



Les règles d'exploitation

Règles de conception

- Réalisation d'une installation (travaux neufs, études, investissements, etc.)
- Modification des installations (Procédure de modification, révision plans de zone, etc.)
- Règles techniques de bases et standards en vigueur (choix du matériel conforme aux directives ATEX, standards techniques de mise à la terre, d'équipotentialité, d'inertage, de détection, etc.)

Règles d'exploitation

- Organisation de la sécurité / Incidents et actions correctives
- Accueil / formation / Audits
- Gestion documentaire
- Maîtrise opérationnel / consignes / procédures



Les règles d'exploitation

Règles d'entretien et de maintenance

- Maintenance, travaux et matériel
- Permis de travaux
- Permis de feu
- Maintenance et suivi du matériel ATEX
- Contrôles périodiques et réglementaires



Coordination avec les entreprises

- Choix des entreprises sous traitantes (SAQR ATEX, ISM ATEX)
- Intérimaires (Formation)
- Accueil du personnel d'entreprise (information sur l'ATEX)
- Plan de prévention (l'ATEX doit être abordé)





Le DRPCE

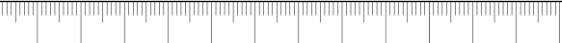
Article R4227-52
Créé par [Décret n°2008-244 du 7 mars 2008 - art. \(V\)](#)

Le DRPCE définit la méthodologie d'analyse du risque d'explosion, les résultats de ces analyses et les mesures de protection/ prévention adoptées pour assurer la sécurité des équipements et des travailleurs.

Le **DRPCE** doit faire apparaître :

- ↳ que les risques d 'explosion ont été évalués
- ↳ que les mesures seront prises pour satisfaire à la directive
- ↳ les emplacements des zones classées
- ↳ les emplacements où s'appliquent les prescriptions minimales de la directive
- ↳ que les lieux et équipements de travail sont conçus, utilisés et entretenus en tenant compte de la sécurité





Le DRPCE

Code du travail: Article R4227-54
Créé par [Décret n°2008-244 du 7 mars 2008 - art. \(V\)](#)

Le DRPCE :

- ↳ doit être élaboré avant le commencement du travail
- ↳ doit être révisé lors des modifications, transformations et extensions apportées aux lieux de travail, aux équipements et à l'organisation
- ↳ peut être combiné avec des évaluations de risques existantes ou tous autres documents ou rapports équivalents



Le DRPCE

Le DRPCE pourrait être découpé comme suit :

- 1- Évaluation du risque d'explosion
- 2- Classement de zones
- 3- Évaluation et mise en conformité des installations existantes
- 4- Règles d'exploitation



Date d'entrée en vigueur des dispositions du décret 2002-1553

- ⇒ Date d'entrée en vigueur : 1er juillet 2003
- ⇒ Applicable au 1^{er} juillet 2006 pour les lieux de travail déjà utilisés avant le 30 juin 2003

Exception pour l'évaluation des risques qui doit être déjà réalisée depuis le 1er juillet 2003



Dispositions particulières pour les équipements de travail

- ⇒ Équipements de travail existants avant le 01/07/2003 : prescriptions minimales de la section 2 relatives aux mesures de protection contre l'explosion applicables depuis le 01/07/2003
- ⇒ Nouveaux équipements de travail mis en service après le 01/07/2003 :

En France:

Les matériels électriques doivent être conformes à l'arrêté du 8 juillet 2003 (équipements conformes à la directive 94/9/CE)

Les matériels non-électriques doivent :

- soit être conformes à la directive 94/9/CE « ATEX »
- soit être validés par l'utilisateur dans le document relatif à la protection contre les explosions



Impact pour le chef d'établissement

- ⇒ **Évaluation** du risque d'explosion
- ⇒ Classer les **zones**
- ⇒ Faire un **état des lieux** pour les équipements
 - matériels électriques conformes à une directive (ATEX)
 - matériels électriques autres
 - équipements non électriques (mécaniques, hydrauliques....)
- ⇒ Mise en **conformité** selon les prescriptions minimales
 - matériels électriques autres
 - équipements non électriques
- ⇒ Formalisation du **DRPCE**



La signalisation et texte « Obligatoire en France »

Code du travail: Article R4227-51
Créé par [Décret n°2008-244 du 7 mars 2008 - art. \(V\)](#)



Emplacement où une atmosphère explosive peut se présenter



QUESTION ?



Équipement inconnu,
non repéré, non
identifié.

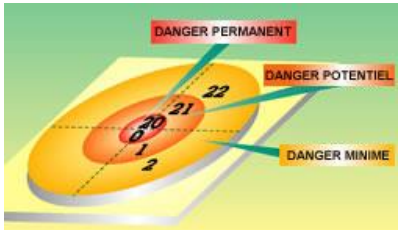
Plus de plaque
signalétique, de
marquage ATEX, de
numéro de série, etc.

Répond-il toujours aux
exigences minimales de
sécurité pour être utilisé
en zone ATEX ?





Classement des zones à risque d'explosion



Nouvelle réglementation du travail

Ministère du travail
Arrêté du 08/07/2003
Protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosible

Zone 0/20 : Emplacement où une atmosphère explosive est présente dans l'air en permanence pendant de longues périodes ou fréquemment.

Zone 1/21 : Emplacement où une atmosphère explosive est susceptible de se présenter occasionnellement **en fonctionnement normal**.
Exemple : zone à proximité d'un débranchement de flexible.

Zone 2/22 : Emplacement où une atmosphère explosive n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou, si elle se présente néanmoins, elle n'est que **de courte durée**.



Objectif du classement des zones à risque d'explosion

(1) Engager la démarche **d'analyse de risques** $P(\text{Expl}) = P(\text{Atex}) \times P(\text{SI})$

Attention : La probabilité d'apparition d'Atex $[P(\text{Atex})]$ n'est pas égale à probabilité d'explosion $[P(\text{Expl})]$.

Cette dernière doit également prendre en compte la probabilité de présence d'une source d'inflammation $P(\text{SI})$

(2) Préciser la **catégorie de matériel**

ZONE	CATEGORIE
ZONE 0	II 1G
ZONE 20	II 1D
ZONE 1	II 2G
ZONE 21	II 2D
ZONE 2	II 3G
ZONE 22	II 3D



1- APPROCHE ANALYTIQUE DU CLASSEMENT DE ZONES

Étape 1 : Rassemblement des caractéristiques des produits

Étape 2 : Analyse fonctionnelle de l'installation

Étape 3 : Identification des sources de dégagement

Étape 4 : Détermination de la probabilité d'apparition d'une ATEX

Toutes les phases de fonctionnement doivent être examinées :

- phases de démarrage/arrêt
- régime normal de fonctionnement
- dérangement prévisible
- incident (situation anormale)

Étape 5 : Détermination du type de la zone

Étape 6 : Détermination de l'étendue de la zone



Classement de zones

Si l'ATEX contient plusieurs sortes de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières, les mesures de protections doivent correspondre au potentiel de risque le plus élevé.

Les directives ne définissent pas explicitement les termes:

«fréquemment, occasionnellement et fonctionnement normal »

Certains organismes tels que UIC, le GESIP, ... ont adopté les définitions suivantes.

A noter que quelque soit la définition retenue, c'est l'employeur qui engage de toute façon sa responsabilité.



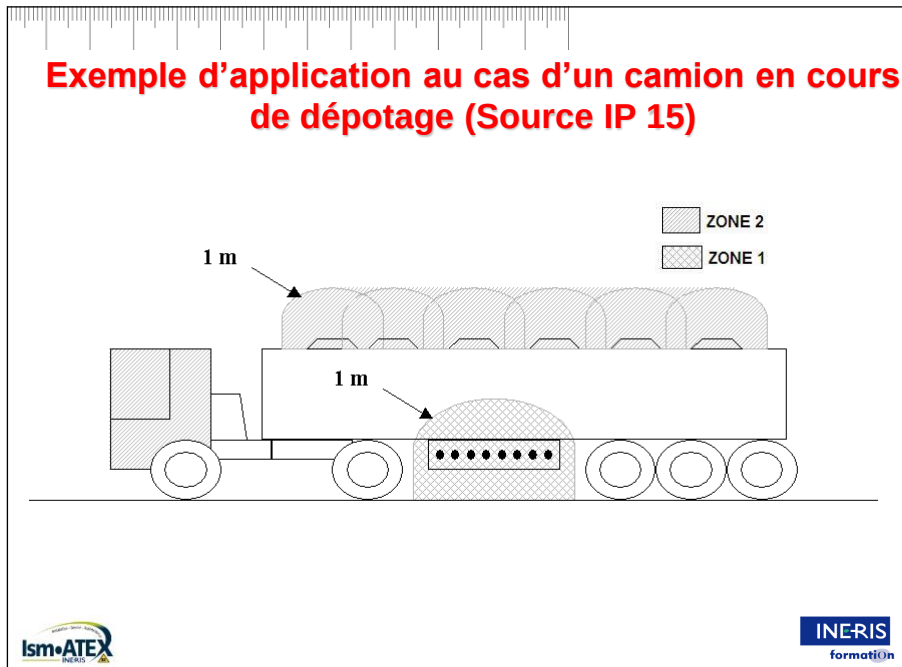
Notion de probabilité d'apparition

Tableau indicatif de la nature des zones en fonction des durées d'existence attendues d'Atex (source UIC)

Zone	0/20		1/21	2/22	Néant
Heures/an	8760	1000	10	1	0
% du temps de fonctionnement	100 %	~10 %	0,1 %	0,01 %	0
Probabilité d'apparition d'Atex	1	10 ⁻¹	10 ⁻³	10 ⁻⁴	
Marche normale					
Dysfonctionnement					

La délimitation de ces zones relève d'une analyse de risques





Gaz et vapeurs
Déclassement par la ventilation

Le niveau de déclassement potentiel reste fonction des conditions de réalisation de la ventilation :

- Zone 0 à HZ : disponibilité 3
- Zone 1 à HZ : disponibilité 2
- Zone 2 à HZ : disponibilité 1
- Zone 0 à 1 : disponibilité 2
- Zone 1 à 2 : disponibilité 1 ou 2

Attention : le déclassement total n'est possible que si le débit d'émission de la source est connu avec exactitude.

Ism-ATEX INERIS

INERIS formation

Gaz et vapeurs

Déclassement par la ventilation

- **Ventilation bien réalisée (1) :**
 - Panne signalée et repérée ;
 - Contrôle du flux d'air ;
- Asservissement des équipements d'un type non protégé (le cas échéant)
- **Ventilation bien réalisée avec garanties supplémentaires (2) :**
 - idem (1) ;
 - Ventilateur de secours alimenté par une ligne de distribution d'énergie distincte (double ventilation) ;
 - Alarme de défaut sur le fonctionnement du ventilateur principal
- **Ventilation bien réalisée avec garanties absolues (3) :**
 - idem (2) ;
 - Source d'énergie de secours indépendante du réseau public



Déclassement, cas des poussières :

- Plan de nettoyage
- Pourcentage de poussières accompagnant les produits granuleux
- Système de dépoussiérage
- Etc ...

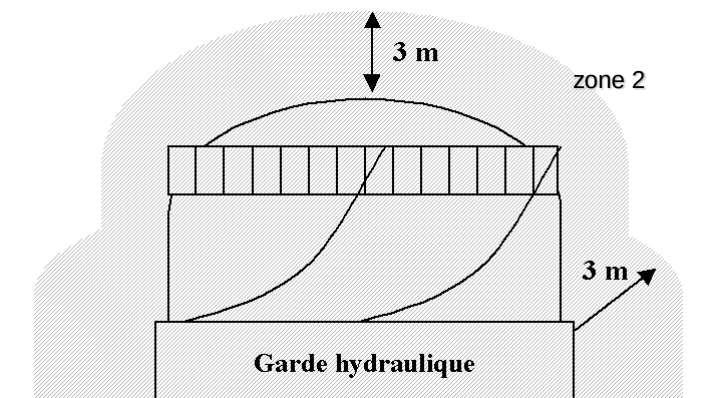
LE CLASSEMENT DOIT ETRE REVU PERIODIQUEMENT



Exemples de classement de zones

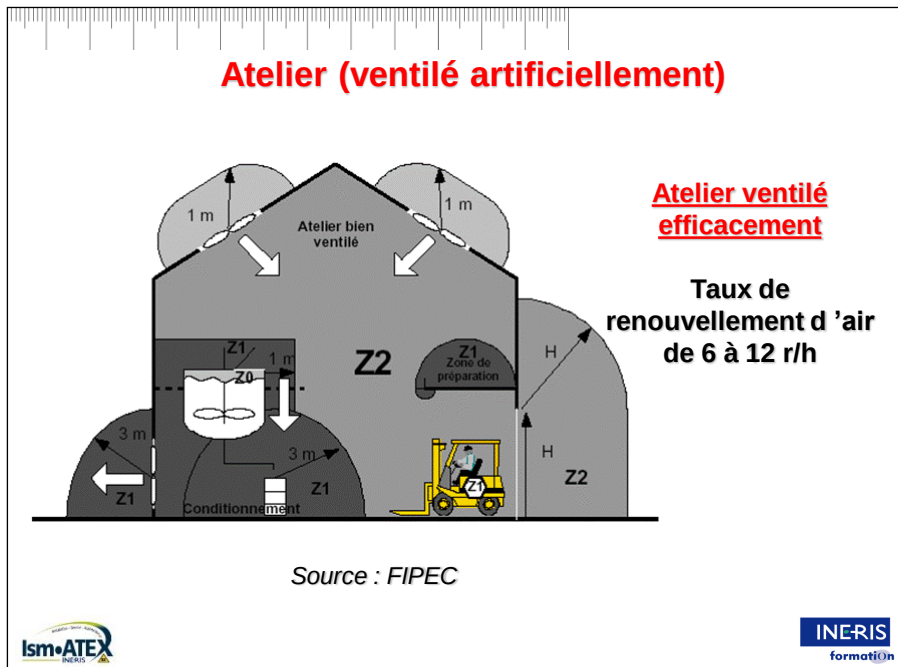
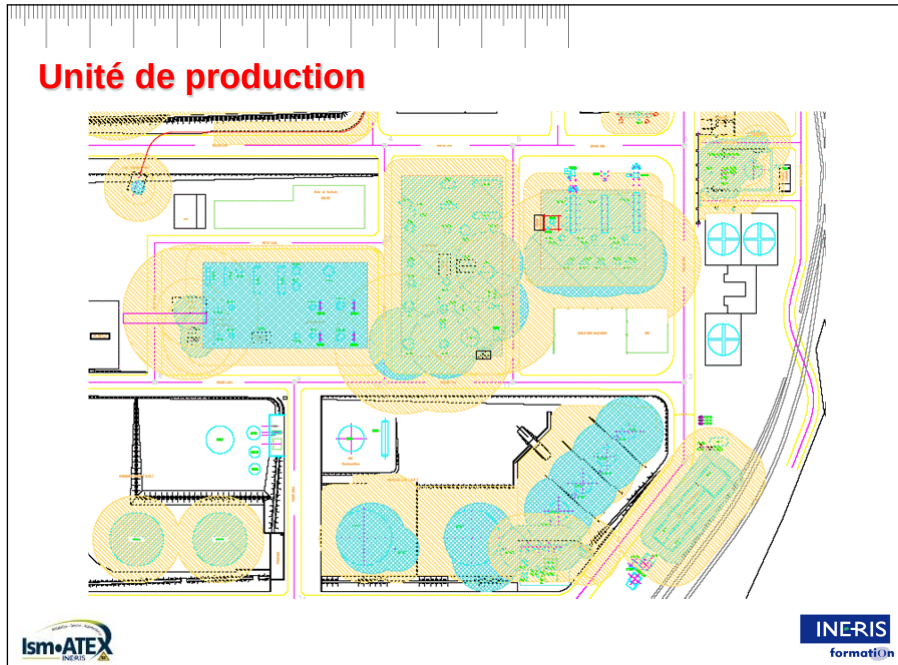


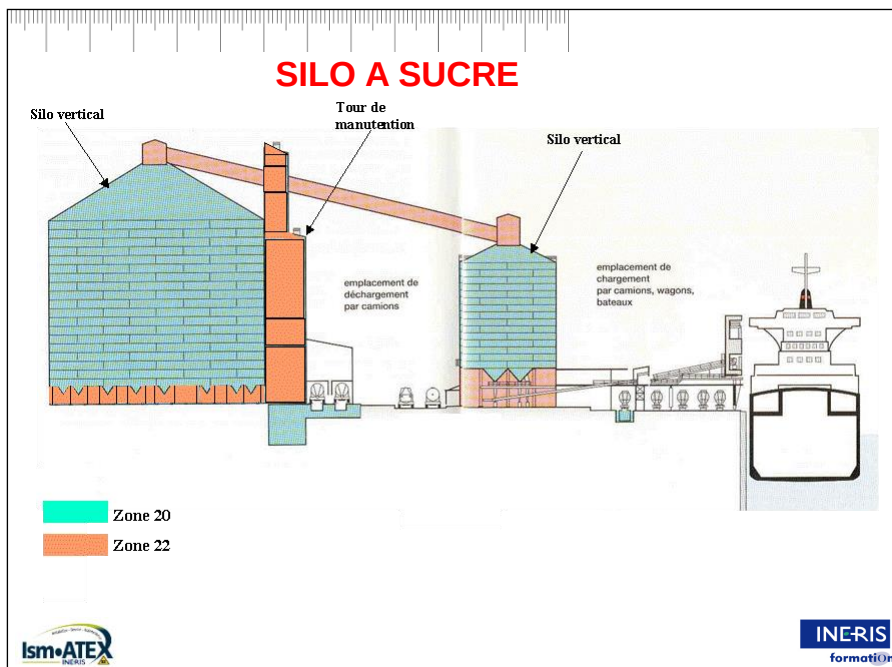
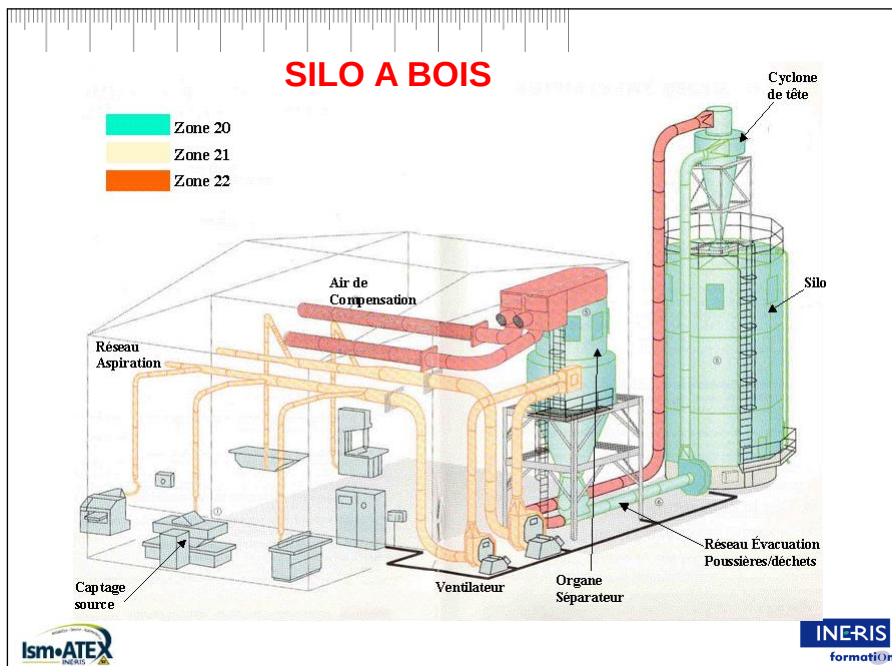
Gazomètre



Source : IGE



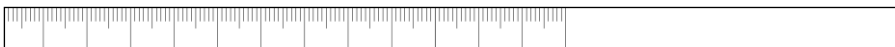






LA DIRECTIVE EUROPEENNE

94/9/CE



DIRECTIVES 94/9/CE 'NOUVELLE APPROCHE'

- Mines
- Industries de surface
- ATEX due à la présence de gaz et de poussière
- Harmonisation des exigences essentielles uniquement
- Élaboration des spécifications techniques par la normalisation
- Maintien du statut volontaire des normes
- Présomption de conformité



L'APPROCHE GLOBALE



- Marquage
- Les organismes notifiés
- Le dossier technique
- Les procédures d'évaluation de la conformité
- La surveillance du marché par les autorités publiques
- Les accords de reconnaissance mutuelle



Dossier
technique

DIRECTIVES 94/9/CE 'NOUVELLE APPROCHE'

- Les produits entrants dans le champ d'application de la directive sont :
 - Appareils et systèmes de protection à fonction autonome situés en ATEX
 - Moteurs à combustion interne situés en ATEX
 - Composants situés en ATEX
 - Dispositifs de sécurité de contrôle et de réglage situés hors ATEX mais contribuant au fonctionnement sûr des appareils
- Les produits concernés par l'application de la directive sont :
 - Produits ATEX neufs fabriqués dans l'U.E.
 - Produits ATEX neufs ou usagés fabriqués hors U.E

APPAREILS



Par appareils, on entend

- les machines, les matériels, les dispositifs fixes ou mobiles, les organes de commande, l'instrumentation 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 matériau

qui:

- par les **sources potentielles d'inflammation qui leur sont propres**, risquent de provoquer le déclenchement d'une explosion.

Nota : Le risque électrostatique devra être pris en compte si le matériel à une autre source d'inflammation (électrique ou autres). Sinon, le risque devra être pris en compte vis à vis de la

99/92/CE



SYSTÈMES DE PROTECTION

Dispositifs dont la fonction est d '**arrêter immédiatement les explosions** naissantes et/ou de limiter la zone affectée par une explosion et qui sont mis séparément sur le marché comme systèmes à fonction autonome.

Ces systèmes sont soumis à la directive 94/9/CE même si ceux ci n'ont pas leur propre source d'inflammation.

Exemples :

- pare-feu
- arrêts-barrages à auges d'eau
- lignes d'extincteurs
- systèmes d'expansion en cas d'explosion (événements..)



COMPOSANTS

Pièces qui sont essentielles au fonctionnement sûr des appareils et systèmes de protection mais qui n'ont pas de fonction autonome.

Les composants définis dans la EN 60079-0 le sont également au titre de la 94/9/CE

Les composants ne doivent pas porter la marque CE

Exemples :

- borniers
- enveloppes « d » vides
- Boutons –poussoir
- Relais



Selon l'article 8.3 la conformité des composants doit être évaluée de la même manière (procédure) que l'équipement



DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ

Soumis à la directive si :

- ils contribuent ou sont nécessaires au fonctionnement sûr des appareils et systèmes de protection vis à vis de la source d'inflammation soit du risque d'explosion.
- même s'ils sont situés en dehors d'une atmosphère explosible

Exemples :

- unités de contrôle de détection gaz
- alimentation électrique connectée à un système de mesure à sécurité intrinsèque (Ex i) utilisée pour la surveillance de paramètres d'un processus
- Protection thermique du moteur à sécurité augmenté
- Système de mesure et contrôle des sondes de température bobinage d'un moteur si celles ci sont imposés par l'AECE.



CONFORMITÉ DU MATÉRIEL

Le matériel ne doit pas répondre à une liste de normes mais aux **exigences essentielles** de sécurité citées dans la directive
Elles couvrent un large champ décrit de façon exhaustive dans l'annexe II de la directive.

Un matériel, **conforme à des normes** européennes harmonisées couvrant une ou plusieurs exigences de sécurité, est présumé **conforme aux exigences** concernées



CATÉGORIES DE MATÉRIEL

Groupe d'appareils	Utilisation	Substances inflammables	Catégories d'appareils	Zone ATEX	Niveaux de protection
Groupe I	Mines,	Méthane (grisou), poussières	M1	Mines toutes teneurs	Très haut
			M2	Mines	Haut
Groupe II	Installations de surface	Gaz, vapeurs, brouillards, poussières	1	Surface zone 0 ou 20	Très haut
			2	Surface zone 1 ou 21	Haut
			3	Surface zone 2 ou 22	Normal



CATÉGORIES DE MATÉRIEL

Niveau de protection	Catégorie	Garantie de sécurité	Manière d'assurer la protection	Condition d'exploitation
Très élevé	1	Même en cas de dérangements rares	2 moyens indépendants d'assurer la sécurité	Zone 0,1,2 (G) Zone 20,21,22 (D)
Élevé	2	En cas de dérangements prévisibles	Sécurité assurée sur cas de simple défaut	Zone 1,2 (G) Zone 21,22 (D)
Normal	3	Dans des conditions de fonctionnement normal	Adaptée à une exploitation normale	Zone 2 (G) Zone 22 (D)



APPAREILS DE CATEGORIE 1 ou M1 et SYSTÈMES DE PROTECTION

Un appareil pour les zones 0 et 20 ne doit pas posséder de sources d'inflammations active en **fonctionnement normal**, en cas de **dysfonctionnement prévisible** et en cas de **dysfonctionnement rare**.

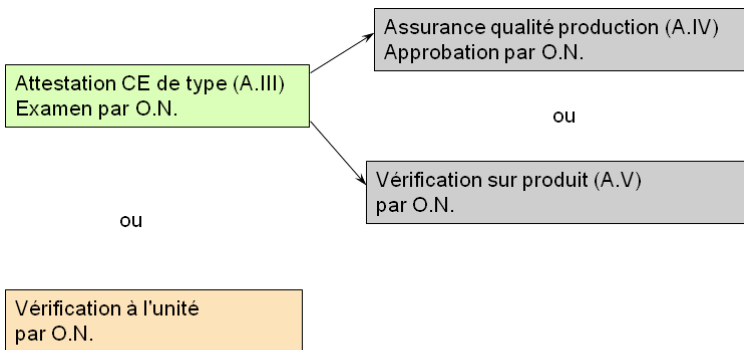
Ces appareils devant assurer le niveau de sécurité requis, même en cas de dérangement rare, ils sont dotés de moyens de protection tels que :

- en cas de défaillance d'un des moyens de protection, le niveau de sécurité requis reste assuré par au moins un second moyen de protection indépendant, ou que
- en cas d'apparition de deux défauts indépendants, le niveau de sécurité requis reste assuré.

Nota : fonctionnement normal = utilisé conformément à leurs paramètres de conception annexe 1 directive 99/92/CE



APPAREILS DE CATEGORIE 1 ou M1 et SYSTÈMES DE PROTECTION



* O.N. = Organisme Notifié



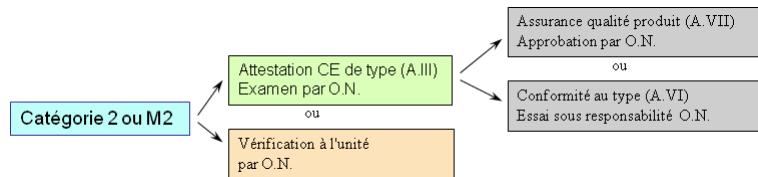
APPAREILS ÉLECTRIQUES ET DIESEL DE CATEGORIE 2 ou M2

Un appareil pour les zones 1 et 21 ne doit pas posséder de sources d'inflammations active en **fonctionnement normal** et en cas de **disfonctionnement prévisible**.

Les moyens dont sont dotés ces appareils assurent le niveau de sécurité requis, même en cas de dérangements fréquents ou de défauts de fonctionnement dont il faut habituellement tenir compte.



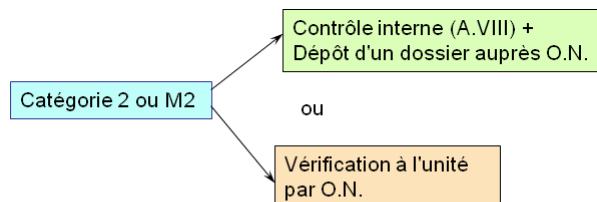
APPAREILS ÉLECTRIQUES ET DIESEL DE CATEGORIE 2 ou M2



* O.N. = Organisme Notifié



APPAREILS AUTRES DE CATEGORIE 2 ou M2 (mécaniques, hydrauliques, pneumatiques,..)



* O.N. = Organisme Notifié



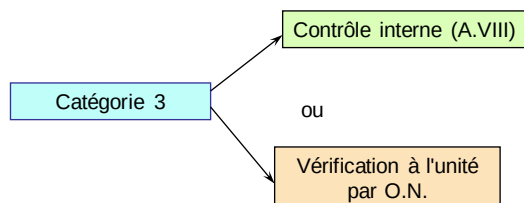
APPAREILS DE CATEGORIE 3

Un appareil pour les zones 2 et 22 ne doit pas posséder de sources d'inflammations active en **fonctionnement normal**.

Par fonctionnement normal, il faut également entendre d'éventuels défauts de fonctionnement normaux et prendre en compte tout mauvais usage éventuel qui peut être raisonnablement attendu.



APPAREILS DE CATEGORIE 3



* O.N. = Organisme Notifié



INFLUENCES PERTURBATRICES EXTÉRIEURES

- conditions ambiantes changeantes
- tensions parasites
- humidité
- vibrations
- pollution
- Risques chimiques
- Température
- Ultra violet et infrarouge (rayonnement)
- Risques CEM (compatibilité électromagnétique)
- Etc.



MARQUAGE

nom et adresse du fabricant

 + numéro O.N.

désignation de la série ou du type

N° de série s'il existe

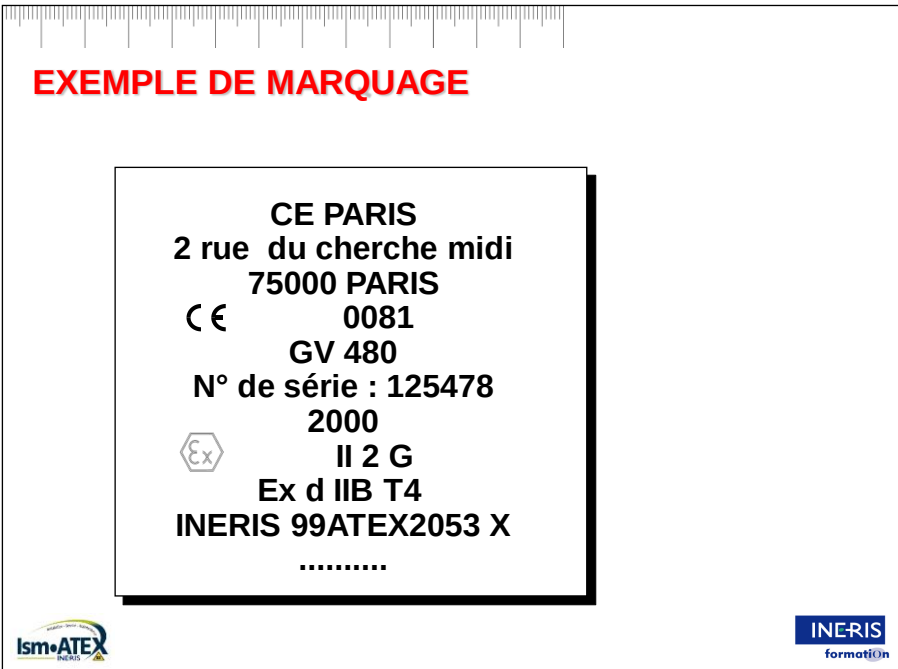
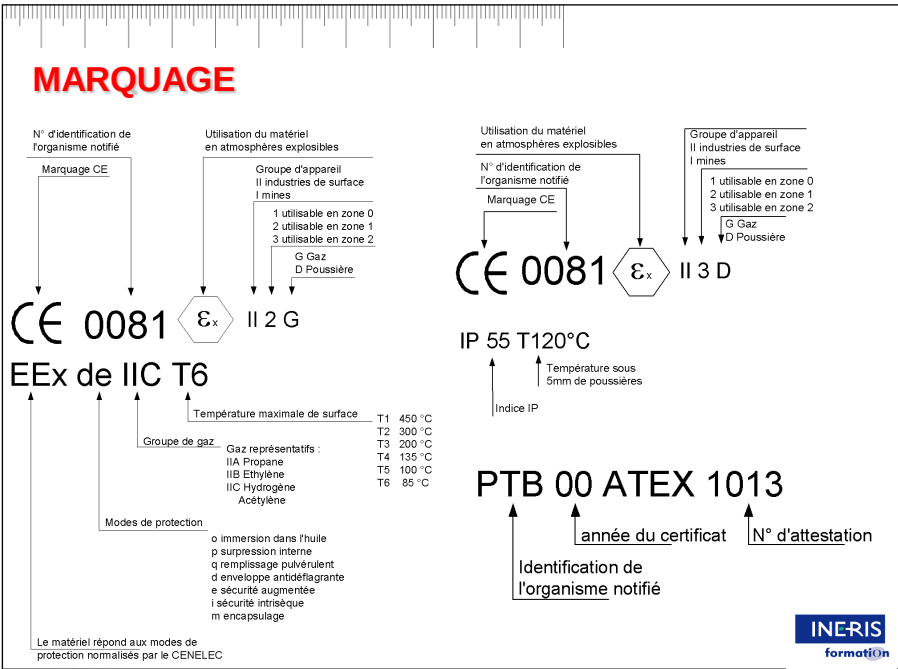
Année de construction



+ groupe + catégorie + la lettre G ou D

toutes les indications nécessaires à la sécurité d'emploi





EXEMPLE DE MARQUAGE

Metrox
2 rue pierre Villard
92400 Villepinte



OST 820
N° de série : 125478

1999



II 3 GD
Ex nA II T4
IP 65 T 125°C

.....



EXEMPLE DE MARQUAGE

CE PARIS
2 rue du cherche midi
75000 PARIS



GV 481
N° de série : 125478

1998



II 2 D

.....





Les documents liés à la Directive

Ism-ATEX INERIS

INERIS
formation

NOTICE D'INSTRUCTION

- rappel du marquage
- instruction pour effectuer sans risques :
 - la mise en service (installation, réglage,...)
 - l'utilisation
 - la maintenance (entretien et dépannage)
 - si nécessaire, les instructions de formation
- la notice est établie dans une des langues communautaires
- chaque appareil livré est accompagné de la notice dans la langue du pays ainsi que de la notice originale



DÉCLARATION CE DE CONFORMITÉ

- nom et adresse du fabricant ou de son mandataire
- description de l'appareil
- toutes les dispositions pertinentes auxquelles répond l'appareil
- le cas échéant :
 - nom, numéro d'identification, adresse de l'ON ainsi que le numéro de l'attestation CE de type
 - référence aux normes harmonisées
 - normes et spécifications techniques utilisées
 - autres directives appliquées
- identification du signataire ayant pouvoir d'engager la responsabilité de l'entreprise

Marquage CE ATEX

Le marquage CE ATEX permet de vérifier l'adéquation des équipements.

En plus de l'adéquation du marquage, la maîtrise du risque ATEX dépend :

- du bon état du matériel pour maintien du niveau de sécurité ;
- du mode d'exploitation conforme aux prescriptions du fabricant .
- du respect des règles d'installation et de maintenance.



(2) Appareil ou système de protection destiné à être utilisé en atmosphères explosibles
Directive 94/9/CE

(1) **ATTESTATION D'EXAMEN CE DE TYPE**

(3) Numéro de l'attestation d'examen CE de type : INERIS 08ATEX0003 X

(4) Appareil ou système de protection :
MOTEUR ELECTRIQUE SIMPLE PHASE A INDUCTION TYPE IExHA06-.. or IExHA08-..

(5) Constructeur : S

(6) Adresse : 327 Dabok-ri
Boksu-myun Geumsan-gun
CHUNGNAM, 312-923
REPUBLIC OF KOREA

(7) Cet appareil ou système de protection et toute autre variante acceptable de celui-ci sont décrits dans l'annexe de la présente attestation et dans les documents descriptifs cités dans cette annexe.

(8) L'INERIS, organisme notifié et identifié sous le numéro 0080, conformément à l'article 9 de la Directive du Conseil 94/9/CE du 23 Mars 1994, certifie que cet appareil ou système de protection répond aux Exigences Essentielles de Sécurité et de Santé en ce qui concerne la conception et la construction des appareils et des systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles, décrites en annexe II de la Directive.

Les examens et les essais sont consignés dans le rapport confidentiel n° P95325/08 .

(9) Le respect des Exigences Essentielles de Sécurité et de Santé est assuré par :

- la conformité à :
EN 60079-0 : 2006
EN 60079-1 : 2004
- les solutions spécifiques adoptées par le constructeur pour satisfaire aux Exigences Essentielles de Sécurité et de Santé décrites dans les documents descriptifs.

(12) Le marquage de l'appareillage ou du système de protection devra contenir :

 II 2 G Ex d IIB T4





Attestation d'examen CE de type

Appareil ou système de protection destiné à être utilisé en atmosphères explosibles
Directive 94/9/CE

(1) **ATTESTATION D'EXAMEN CE DE TYPE**

(3) Numéro de l'attestation d'examen CE de type : **INERIS 99ATEX0013X**

(4) Appareil ou système de protection : **ALTERNATEUR TYPE PL 6708**

(5) Constructeur :

(6) Adresse : **Im Weidig 3
63785 OBERNBURG
ALLEMAGNE**

(7) Cet appareil ou système de protection et toute autre variante acceptable de celui-ci sont décrits dans l'annexe de la présente attestation et dans les documents descriptifs cités dans cette annexe.

(8) L'INERIS, organisme notifié et identifié sous le numéro 0080, conformément à l'article 9 de la Directive du Conseil 94/9/CE du 23 Mars 1994, certifie que cet appareil ou système de protection répond aux Exigences Essentielles de Sécurité et de Santé en ce qui concerne la conception et la construction des appareils et des systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles, décrites en annexe II de la Directive.

Les examens et les essais sont consignés dans le procès-verbal n° 15282/99.

(9) Le respect des Exigences Essentielles de Sécurité et de Santé est assuré par :

- la conformité à :
EN 50 014 de décembre 1992 + Amendement 1
EN 50 018 d'août 1994

- les solutions spécifiques adoptées par le constructeur pour satisfaire aux Exigences Essentielles de Sécurité et de Santé décrites dans les documents descriptifs.

(10) Le signe X, lorsqu'il est placé à la suite du numéro de l'attestation d'examen CE de type, indique que cet appareil ou système de protection est soumis aux conditions spéciales pour une utilisation sûre, mentionnées dans l'annexe de la présente attestation.

(17) **CONDITIONS SPECIALES POUR UNE UTILISATION SURE**

Afin de respecter le classement en température, les sondes thermiques équipant l'alternateur doivent être reliées à un dispositif provoquant la mise hors tension de l'alternateur lorsque la sonde atteint son seuil de fonctionnement, soit $120^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Cette condition est définie dans la notice d'instruction.

Ism-ATEX
INERIS

INERIS
formation

Les organismes notifiés en Europe

Allemagne	→	PTB, DMT/BVS
Autriche	→	TUV-A
Belgique	→	ISSEP
Danemark	→	DEMKO
Espagne	→	LOM
Finlande	→	VTT
France	→	INERIS et LCIE
Italie	→	CESI
Norvège	→	NEMKO
Pays Bas	→	KEMA
Royaume Uni	→	EECS, SCS, ISC



Ism-ATEX
INERIS

INERIS
formation

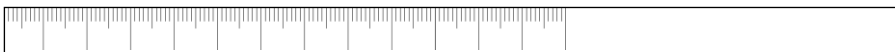


MODES DE PROTECTIONS DES MATERIELS ELECTRIQUES ATEX

**Règles applicables aux appareils
installés
en ATEX Gaz**

© Ce document est la propriété d'INERIS Formation. Il ne peut pas être reproduit ou exploité sans son accord - 2007



Règles applicables aux matériels implantés en ATEX Gaz

- ☐ **Règles de sélection**
- ☐ **Règles communes aux matériels**

Zone d'implantation – Catégories - EPL

EPL Ga :

Matériel pour atmosphère explosive gazeuse, ayant un très haut niveau de protection, qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, des conditions de panne spécifiées ou des conditions de panne rares

EPL Gb :

Matériel pour atmosphère explosive gazeuse, ayant un très haut niveau de protection, qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, des conditions de défauts qui peuvent être prévisibles et pas nécessairement sur une base régulière.

EPL Gc :

Matériel pour atmosphère explosive gazeuse, ayant un niveau de protection augmenté, qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, et qui peut posséder certaines protections complémentaires pour assurer qu'il restera inactif comme source d'inflammation dans des cas fréquents et réguliers.



Zone d'implantation – Catégories - EPL

<i>Matériels pouvant être installés en</i>	Catégories autorisées
Zone 0	1G Ga
Zone 1	1G Ga
	2G Gb
Zone 2	1G Ga
	2G Gb
	3G Gc



Modes de protection 1/4

	Modes de protection	Principe
Suppression de l'atmosphère explosive	Surpression interne – symbole (p) 	La pénétration d'une atmosphère environnante à l'intérieur de l'enveloppe du matériel électrique est empêchée par le maintien, à l'intérieur de la dite enveloppe, d'un gaz de protection à une pression supérieure à celle de l'atmosphère environnante.
	Immersion dans l'huile – symbole (o) 	Le matériel électrique est immergé dans l'huile de telle sorte qu'une atmosphère explosive se trouvant au-dessus du niveau de l'huile ou à l'extérieur de l'enveloppe ne puisse pénétrer et donc s'enflammer.
	Encapsulage – symbole (m) 	Les pièces qui pourraient enflammer une atmosphère explosive par des étincelles ou par des échauffements sont enfermées dans une résine de telle manière que cette atmosphère explosive ne puisse pénétrer et donc s'enflammer.

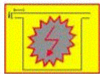
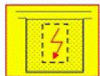


Modes de protection 2/4

Suppression de la source d'inflammation	Sécurité augmentée – symbole (e) 	Mode protection consistant à appliquer des mesures afin d'éviter, avec un coefficient de sécurité élevé, la possibilité de températures excessives et l'apparition d'arcs ou d'étincelles à l'intérieur et sur les parties externes du matériel électrique qui ne produit pas en service normal.
	Sécurité intrinsèque – symbole (i) 	Un circuit de sécurité intrinsèque est un circuit dans lequel aucune étincelle ni aucun effet thermique, produit dans les conditions d'épreuve prescrites par la norme, n'est capable de provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive donnée.



Modes de protection 3/4

Non-propagation de l'inflammation	Enveloppe antidéflagrante – symbole (d) 	<i>Les pièces, qui peuvent enflammer une ATEX, sont enfermées dans une enveloppe 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.</i>
	Remplissage pulvérulent – symbole (q) 	<i>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.</i>

Classes de température

Températures maximales de surface

Température la plus élevée, atteinte en service dans les conditions les plus défavorables par toute partie ou toute surface d'un matériel électrique susceptible de provoquer une inflammation de l'atmosphère explosive environnante

Classes de température	Valeur maximale (°C)
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

Groupes de subdivision

❑ **Groupe I = mines grisouteuses (méthane)**

❑ **Groupe II = industrie de surface**

- **IIA** : propane
- **IIB** : éthylène
- **IIC** : hydrogène, acétylène



Relations EPL et matériels

EPL	Mode de protection	Code	Conformément à la
« Ga »	Sécurité intrinsèque	« ia »	CEI 60079-11
	Encapsulation	« ma »	CEI 60079-18
	Deux modes de protection indépendants, chacun étant conforme à l' EPL « Gb »		CEI 60079-26
	Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant des rayonnements optiques		CEI 60079-28
« Gb »	Enveloppes antidéflagrantes	« d »	CEI 60079-1
	Sécurité augmentée	« e »	CEI 60079-7
	Sécurité intrinsèque	« ib »	CEI 60079-11
	Encapsulation	« m » « mb »	CEI 60079-18
	Immersion dans l'huile	« o »	CEI 60079-6
	Enveloppe à surpression interne	« p », « px » ou « py »	CEI 60079-2
	Remplissage pulvérulent	« q »	CEI 60079-5
	Concept de réseau de terrain de sécurité intrinsèque (FISCO)		CEI 60079-27
	Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant des rayonnements optiques		CEI 60079-28

Relations EPL et matériels

«Gc»	Sécurité intrinsèque	« ic »	CEI 60079-11
	Encapsulation	« mc »	CEI 60079-18
	Non producteur d'étincelles	« n » ou « nA »	CEI 60079-15
	Respiration limitée	« nR »	CEI 60079-15
	Limitation d'énergie	« nL »	CEI 60079-15
	Matériel susceptible de produire des étincelles	« nC »	CEI 60079-15
	Enveloppe à surpression interne	« pz »	CEI 60079-2
	Concept de bus de terrain non incendiaire (FNICO)		CEI 60079-27
	Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant des rayonnements optiques		CEI 60079-28



Règles communes aux matériels (EN 60079-0)

- ☐ Enveloppes contenant des métaux légers
- ☐ Marquages
- ☐ Composants
- ☐ La visserie



Enveloppes contenant des métaux légers

Zone 0 : EPL Ga

- 10 % au total, d'aluminium, magnésium, titane et zirconium, ou 7,5 % au total, de magnésium, titane et zirconium

Zone 1 : EPL Gb

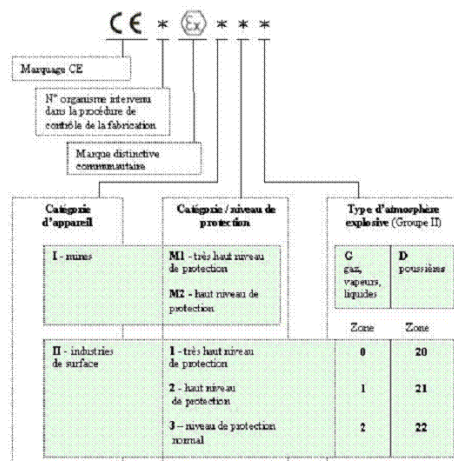
- 7,5 % de magnésium et titane

Zone 2 : EPL Gc

- pas d'exigences sauf ventilateurs et enveloppes (carters et grilles)



Marquage de la directive 94/9/CE



Marquage normatif (CENELEC)

EEEx

Protection contre les explosions

o - immersion dans l'huile

EN50015

M2 - 2

p - suspension isolante

EN50016

M2 - 2

q - remplissage pulvéulent

EN50017

M2 - 2

d - enveloppe antidéflagrante

EN50018

M2 - 2

e - sécurité renforcée

EN50019

M2 - 2

i - sécurité intrinsèque

EN50020

la M1 - 1
lb M2 - 2

m - encapsulage

EN50028

M2 - 2

n - mode de protection n

EN50021

3

Classes de température (Groupe II)

Classe	Température maximale de surface (°C)
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

Groupes de gaz
I mines - Méthane
II industries de surface
IIA - Propane
IIB - Ethylene
IIC - Hydrogene - Acetylene



Marquage complet

Nom du fabricant
Adresse du fabricant
Référence du produit - n° de série
Année de construction du produit
CE *  * * *

EEEx * * *

Organisme certificateur

INERIS 00ATEX 5002

Référence du certificat

Particularités du produit
X conditions spéciales d'utilisation indiquées dans le certificat
U le produit est un composant

(+ marquages complémentaires suivant normes)
(+ conditions indispensables à une utilisation sûre)



Marquage matériels

Metrox
2 rue pierre Villard
92400 Villepinte0080
CE OST 820
N° de série : 125478
1999
II 2 G

Ex d IIB T4
INERIS 98ATEX0123 X
.....



Marquages d'avertissement

	Référence	Marquage d'AVERTISSEMENT
a)	0.3	AVERTISSEMENT- APRÈS MISE HORS TENSION, ATTENDRE 3 MINUTES AVANT L'OUVERTURE (3 étant la valeur en minutes du délai exigé)
b)	0.3	AVERTISSEMENT- NE PAS OUVRIR SI UNE ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE PEUT ÊTRE PRÉSENTE
c)	18.2	AVERTISSEMENT- NE PAS MANOEUVRER EN CHARGE
d)	18.4 b), 19 21.2 b)	AVERTISSEMENT- NE PAS OUVRIR SOUS TENSION
e)	20.1 b)	AVERTISSEMENT- NE PAS SÉPARER SOUS TENSION
f)	20.1 b)	AVERTISSEMENT- SÉPARER SEULEMENT DANS UN ENDROIT NON DANGEREUX
g)	7.3.2 e)	AVERTISSEMENT- DANGER POTENTIEL DE CHARGES ÉLECTROSTATIQUES - VOIR INSTRUCTIONS
h)	18.4 2 21.2 2	AVERTISSEMENT- PARTIES ACTIVES SOUS COUVERCLE - NE PAS TOUCHER



Composants 1/2



composant Ex

partie de matériel électrique ou module (autre qu'une entrée de câble Ex), marquée du symbole «U», ne devant pas être utilisée seule et nécessitant une **certification complémentaire** lorsqu'elle est incorporée à un matériel électrique ou à un système pour atmosphères explosives



Composants 2/2

- **enveloppe vide**
- **composants** destinés à être utilisés avec des matériels conformes aux exigences d'un ou plusieurs modes de protection
- **à l'intérieur d'une enveloppe** : borne, ampèremètre, appareils de chauffage, thermostat "d", alimentation "i"...
- **à l'extérieur d'une enveloppe** : borne de terre "e", capteur "i"...
- **à l'interface d'une enveloppe** : bouton-poussoir, lampe de signalisation



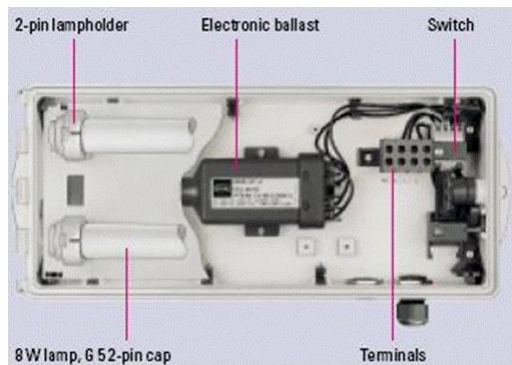
Marquage composants

Metrox
2 rue pierre Villard
92400 Villepinte
OST 820
N° de série : 125478
1999
II 2 G
Ex d IIB
INERIS 98ATEX9011 U



Combinaison de modes de protection

Ex deq IIC
T4



La visserie

Lorsque l'une des normes concernant un mode de protection spécifique impose une fermeture spéciale, celle-ci doit être conforme à ce qui suit:

- Le filetage doit être un filetage métrique à pas, conforme à l'ISO 262, avec une tolérance de 6g/6H
- Les têtes des vis ou des écrous doivent être conformes à l'ISO 4014, à l'ISO 4017, à l'ISO 4032 ou à l'ISO 4762
- Les couples de serrage doivent être respectés

Screw	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20	M24
Torque (Nm)	0,5 - 0,7	1 - 2	2,5 - 3,5	5 - 7	10 - 20	20 - 30	34 - 60	53 - 80	83 - 140	160 - 300	290 - 560



La visserie

Limite élastique et résistance à la rupture

La limite élastique **Re** est la valeur de la contrainte au point de transition élastique/plastique La résistance mécanique **Rm** est la valeur de la contrainte à la rupture.

Visserie acier

Exemple : pour une vis de classe
12.9:

la limite élastique **Re** est supérieure à
1080 MPa. → 12 x 9 x 10

la limite de rupture **Rm** vaut au moins
1200 MPa, → 12 x 100

Règles applicables aux matériels implantés en ATEX Gaz

- ☐ Règles applicables aux matériels "d"
- ☐ Règles applicables aux matériels "e"
- ☐ Règles applicables aux matériels "p"
- ☐ Règles applicables aux matériels "i"
- ☐ Règles applicables aux matériels "n"



Règles applicables aux matériels "d"

- ☐ Principe du mode de protection
- ☐ Règles d'installation et d'entretien
- ☐ Réparation



ATEX Enveloppe antidéflagrante Ex 'd'

Spécifications techniques auxquelles doivent répondre les types de matériel électriques à enveloppe antidéflagrante.

Conformément à :

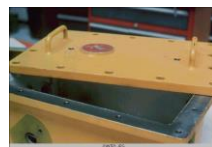
L'arrêté du 18 Juin 1963 'STF' Spécifications Techniques Françaises.

Aux normes Européenne NF EN 50018.

Et la EN 60079-1 et EN60079-14

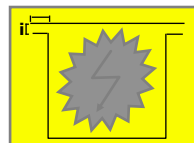


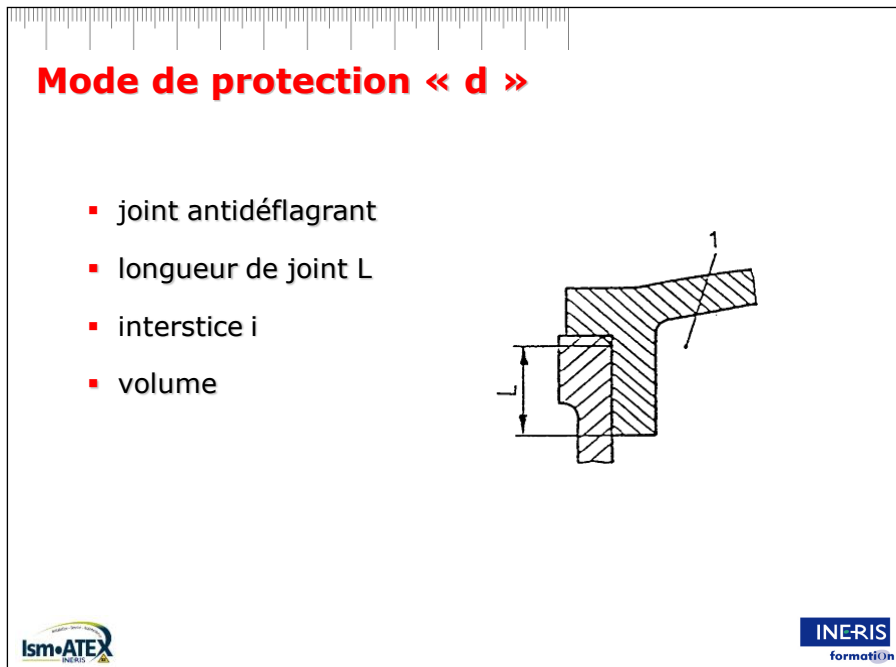
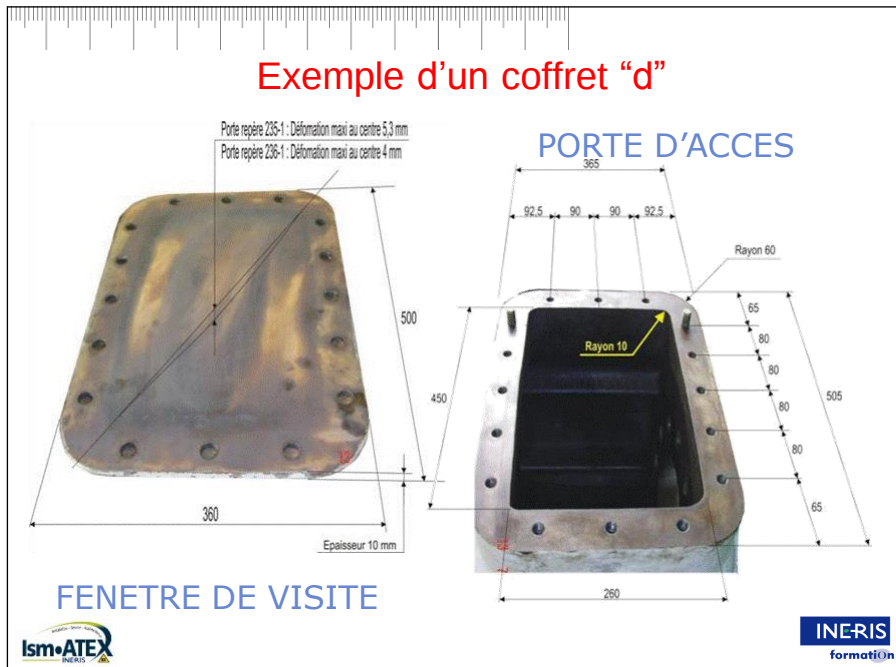
Principe du mode de protection



Dans ce mode, les pièces qui peuvent enflammer une atmosphère explosive sont **enfermées dans une enveloppe 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.

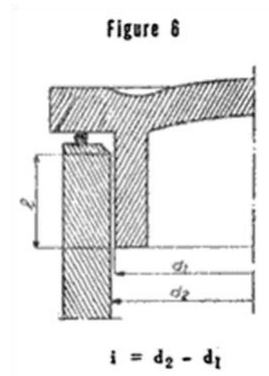
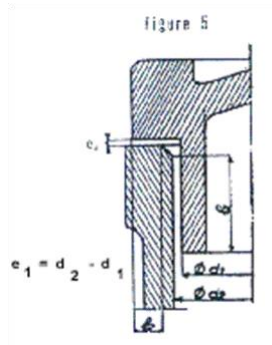
Ex d IIB T4





Jointes antidéflagrants

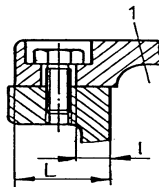
Lorsque le joint est constitué par un assemblage à emboîtement cylindrique, la différence des diamètres "d2" et "d1" des pièces femelle et mâle ne doit pas être supérieure aux valeurs fixées pour l'interstice "i"



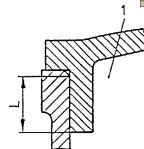
Jointes antidéflagrants

Types de jointes antidéflagrants :

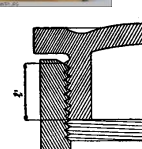
- jointes non filetés : plans, à emboîtement, coniques, dentelés
- jointes filetés
- jointes scellés
- traversées d'arbre



Joint plan



Joint à emboîtement



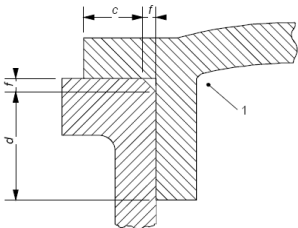
Joint fileté

Joints non filetés : joint à emboîtement

Pour la détermination de la longueur *L* des joints à emboîtement, on doit prendre en considération une des situations suivantes:

- La partie cylindrique et la partie plane. Dans ce cas, l'interstice ne doit en aucun point être supérieur aux valeurs maximales données dans les Tableaux
- Uniquement la partie cylindrique. Dans ce cas, la conformité de la partie plane aux exigences des Tableaux n'est pas nécessaire.

- $L = c + d$ (I, IIA, IIB, IIC)
- $c \geq 6,0 \text{ mm}$ (IIC)
- $\geq 3,0 \text{ mm}$ (I, IIA, IIB)
- $d \geq 0,50 L$ (IIC)
- $f \leq 1,0 \text{ mm}$ (I, IIA, IIB, IIC)
- 1 intérieur de l'enveloppe



Interstices

Type de joint		Longueur minimale de joint L mm	V = 100				100 < V = 500				500 < V = 2000				V > 2000			
			I	IIA	IIB	IIC	I	IIA	IIB	IIC	I	IIA	IIB	IIC	I	IIA	IIB	IIC
Joints plans	A emboîtement d _{min} = 0,5L, L < c + d, f = 1 mm	6	0.3	0.3	0.2	0.1												
		9.5	0.35	0.3	0.2	0.1	0.35	0.3	0.2	0.1								
		12.5	0.4	0.3	0.2	0.15	0.4	0.3	0.2	0.15	0.4	0.3	0.2	0.15	0.4	0.2	0.15	
		25	0.5	0.4	0.2	0.15	0.5	0.4	0.2	0.15	0.5	0.4	0.2	0.15	0.5	0.4	0.2	0.15
		40				0.2				0.2				0.2				0.2
Bagues des arbres des machines électriques tournantes	Paliers lisses	6	0.3	0.3	0.2													
		9.5	0.35	0.3	0.2		0.35	0.3	0.2									
		12.5	0.4	0.35	0.2		0.4	0.3	0.2		0.4	0.3	0.2		0.4	0.2		
		25	0.5	0.5	0.4		0.5	0.4	0.25		0.5	0.4	0.25		0.5	0.4	0.2	
		40	0.6	0.5	0.4		0.6	0.5	0.3		0.6	0.5	0.3		0.6	0.5	0.25	
	Paliers à rouleaux	6	0.45	0.45	0.3	0.15												
		9.5	0.5	0.45	0.35	0.15	0.5	0.4	0.25	0.15								
		12.5	0.6	0.5	0.4	0.25	0.6	0.45	0.3	0.25	0.6	0.45	0.3	0.25	0.6	0.3	0.2	
		25	0.75	0.6	0.45	0.25	0.75	0.6	0.4	0.25	0.75	0.6	0.4	0.25	0.75	0.6	0.3	0.25
		40	0.8	0.75	0.6	0.3	0.8	0.75	0.45	0.3	0.8	0.75	0.45	0.3	0.8	0.75	0.4	0.3



Jointes antidéflagrants

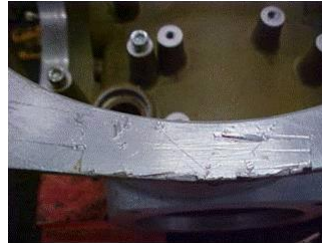
Jointes non filetés :

- longueur, interstice,
- rugosité moyenne Ra des surfaces des joints $\leq 6,3$ microns



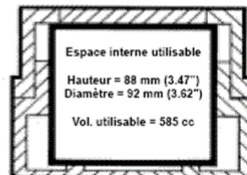
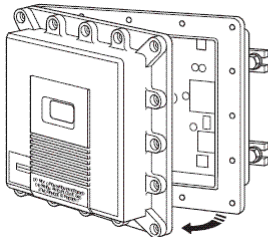
Jointes filetés :

- diamètre, pas, nombre de filets en prise, profondeur de vissage et classe de qualité



Composants 1/2

- dispositifs de respiration et de drainage
- dispositifs d'étanchéité de conduit non filetés
- entrées de câble non filetées
- enveloppe vide



Composants 2/2

Les **enveloppes antidéflagrantes** possédant uniquement un certificat de composant Ex pour l'enveloppe (marquées avec « U ») ne doivent pas être installées. Elles doivent toujours avoir un certificat de matériel pour l'assemblage complet.

La modification de composants internes au matériel n'est pas admissible sans une **réévaluation** du matériel.



Dispositifs de respiration et de drainage

Les dispositifs de **respiration et de drainage** doivent comporter des éléments perméables qui doivent **résister à la pression** créée par une explosion interne dans l'enveloppe sur laquelle ils sont fixés, et **empêcher la transmission** de l'explosion à l'atmosphère explosive entourant l'enveloppe.

Les ouvertures destinées à la respiration ou au drainage ne **doivent pas** être obtenues par une **augmentation délibérée** des interstices des joints plans.



Fixations et dispositifs d'obturation

Vis et écrous de fixation :

- la résistance à la traction la plus faible des vis et des écrous doit être au moins égale à **240 N/mm²**

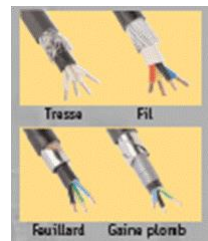
Dispositifs d'obturation :

- 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



Choix des entrées de câble

- conformes au **type de câble** employé



Si source d'inflammation interne

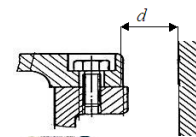
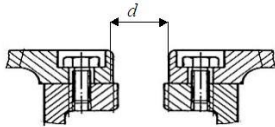
- enveloppes > 2 litres ou groupe IIC :**
presse étoupe avec masse de remplissage
(requis si groupe IIC ou si zone 1 et si volume > 2 dm³)



Obstacles solides

Dans le cas des joints

Groupe de subdivision gaz	Distance minimale (d)
IIA	10 mm
IIB	30 mm
IIC	40 mm



Protection des joints ADF

- **protégés contre la corrosion** (matériaux d'étanchéité si prévus dans les documents descriptifs)

□ graissage des plans de joint

- graisses non corrosives et non durcissantes



- **ils ne doivent pas être peints avant assemblage**

La mise en peinture (par l'utilisateur) des enveloppes après assemblage complet est admissible.

Protection des joints ADF

Lorsque la documentation du constructeur ne traite pas de la protection des joints, on utilisera uniquement des **lubrifiants non durcissants** ou des agents non corrosifs sans solvant volatil.

Les lubrifiants à **base de silicone** sont souvent adaptés à cette fin, mais il est nécessaire de faire attention à leur utilisation avec des détecteurs de gaz.

L'état de surface avant l'application du lubrifiant devra avoir été **nettoyés** et les traces de rouilles supprimées.

Attention à la **tension de vapeur et la TAI** de la graisse utilisée



Moteurs alimentés à fréquence et tension variables Variateur de vitesse ou démarreur progressif

- **soit** contrôle direct de la température à l'aide des **capteurs de température internes** spécifiés dans la documentation du moteur ou d'autres moyens efficaces de limitation de la température de surface de l'enveloppe du moteur
- **soit** le moteur doit avoir fait l'objet d'un **essai de type** à cette fin en association avec le convertisseur spécifié dans les documents descriptifs et avec le dispositif de protection fourni



Réparation « d » 1/2

Voir EN 60079-19 - Référentiel Saqr-ATEX

Enveloppes « d »

- privilégier les pièces neuves fournies par le constructeur
- attention particulière pour l'assemblage afin que les joints soient conformes
- remplacer les garnitures qui ne sont pas des éléments du joint, par des garnitures de même dimensions constituées de matériaux de nature identique
- perçage = modification substantielle
- attention aux finitions de surface (classe de température)



Réparation « d » 2/2

Bornes de raccordement

- obtenir du constructeur les pièces de remplacement de toute borne, traversée ou partie, sinon ces éléments doivent être conformes aux normes applicables au matériel et/ou aux documents de certification

Entrées de câbles

- conformes, après réparation ou révision, aux conditions spécifiées dans la norme appropriée du matériel et/ou dans les documents de certification



Règles applicables aux matériels "e"

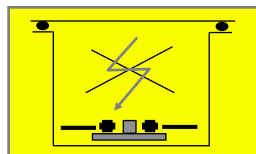
- ❑ Principe du mode de protection
- ❑ Règles d'installation et d'entretien
- ❑ Réparation



Principe du mode de protection

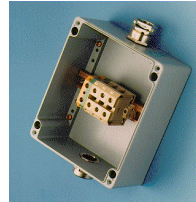
Mode de protection consistant à appliquer des mesures afin d'éviter, avec un coefficient de sécurité élevé, la possibilité de **températures excessives** et l'apparition **d'arcs ou d'étincelles** à l'intérieur et sur les parties externes du matériel électrique qui n'en produit pas en service normal.

Ex e II T4

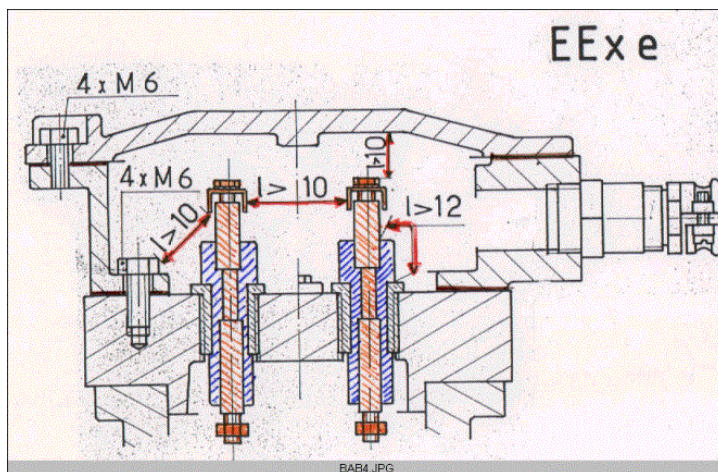


Exemples

- luminaires
- boîte à bornes
- boîtiers de jonction/raccordement
- batteries
- transformateurs
- moteurs à induction à cage



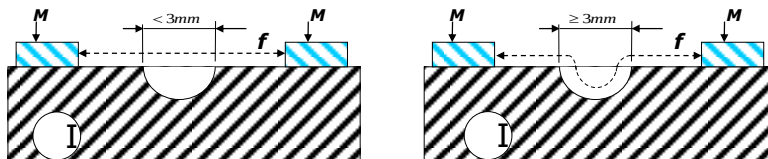
Boîte à bornes « e »



Séparation/isolation des parties conductrices

❑ Distances d'isolement

❑ Lignes de fuite



Séparation/isolation des parties conductrices

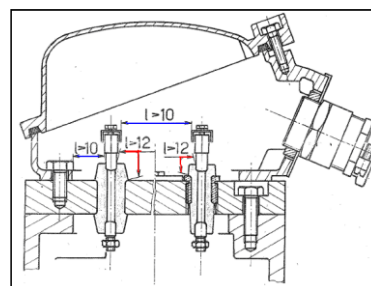
distance d'isolement

Plus courte distance dans l'air entre deux pièces conductrices

ligne de fuite

plus courte distance le long de la surface d'un matériau isolant électrique entre deux pièces conductrices

Les valeurs de lignes de fuite prescrites dépendent de la tension locale, de la résistance au cheminement du matériau isolant électrique (IRC) et du profil de la surface de ce matériau.



Séparation/isolation des parties conductrices

Groupe de matériaux	Indice de résistance au cheminement (IRC)
I	$600 \leq \text{IRC}$
II	$400 \leq \text{IRC} < 600$
IIIa	$175 \leq \text{IRC} < 400$

Tension (voir Note 1) U_{eff} c.a. ou c.c. V	Ligne de fuite minimale mm			Distance d'isolement minimale mm
	Groupe de matériaux			
	I	II	IIIa	
10 (voir Note 3)	1,6	1,6	1,6	1,6
12,5	1,6	1,6	1,6	1,6
16	1,6	1,6	1,6	1,6
20	1,6	1,6	1,6	1,6
25	1,7	1,7	1,7	1,7
32	1,8	1,8	1,8	1,8
40	1,9	2,4	3,0	1,9
50	2,1	2,6	3,4	2,1
63	2,1	2,6	3,4	2,1
80	2,2	2,8	3,6	2,2
100	2,4	3,0	3,8	2,4
125	2,5	3,2	4,0	2,5
160	3,2	4,0	5,0	3,2
200	4,0	5,0	6,3	4,0
250	5,0	6,3	8,0	5,0
320	6,3	8,0	10,0	6,0
400	8,0	10,0	12,5	6,0



formation

Degré de protection IP

Enveloppes :

- ☐ **IP54** si pièces conductrices nues et actives
- ☐ **IP44** si parties actives sont isolées
- ☐ Enveloppe contenant **des circuits « i »** :
 - avertissement : NE PAS OUVRIR QUAND LES CIRCUITS DE SÉCURITÉ NON INTRINSÈQUES SONT SOUS TENSION ou
 - couvercle IP30 sur les parties NSI portant également un avertissement de danger d'ouverture sur tension



INERIS
formation

Entrées de câble

- entrée de câbles appropriés au type de câbles et conservant **le mode de protection « e »** en incorporant un élément d'étanchéité
- entrée de câbles fileté pour **plaques d'entrée de câbles filetées** ou pour **enveloppes d'une épaisseur de 6 mm** ou plus ne nécessitent aucune étanchéité supplémentaire entre le dispositif d'entrée de câbles et la plaque d'entrée de câbles ou l'enveloppe

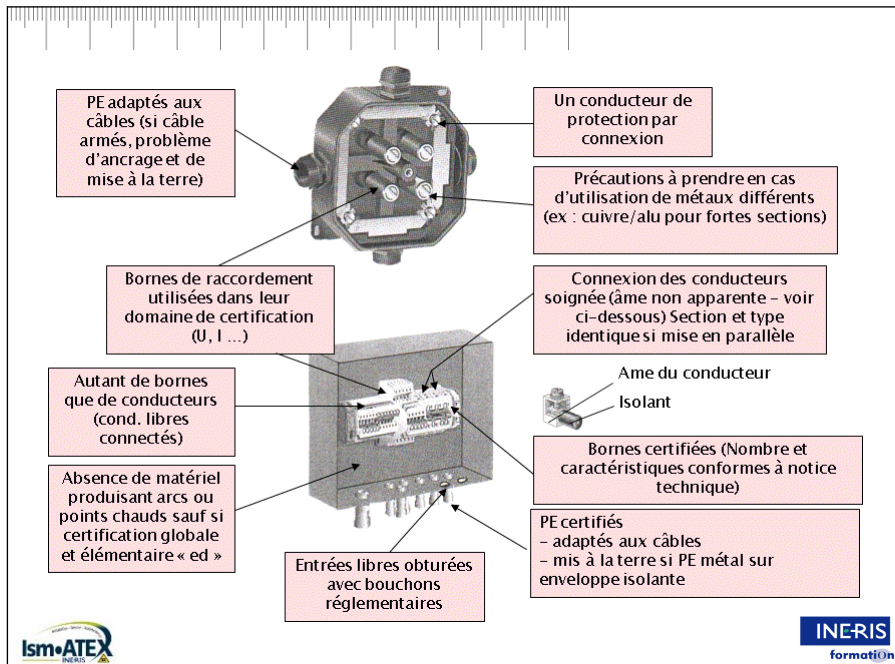


Boîtes de jonction

Caractéristiques assignées :

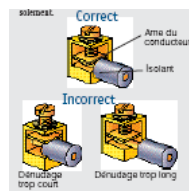
- puissance maximale dissipée,
- OU
- valeurs comprenant pour chaque **taille de borne**, le **nombre** et la taille autorisés par le **conducteur** et le **courant maximal**





Extrémités des conducteurs

- **amarrage adéquat** si les bornes accueillent plusieurs conducteurs
- sauf spécification contraire, deux conducteurs de sections différentes ne doivent pas être raccordés à une même borne
- **isolement** de chaque conducteur maintenu jusqu'au métal de la borne
- sauf spécification contraire, un conducteur unique doit être enroulé en "U" autour d'une simple vis de serrage à collerette
- bornes et conducteurs des boîtes de raccordement : respect des **instructions fournies par le constructeur**



Machines tournantes 1/5

Dispositif de protection ampèremétrique pour éviter de dépasser la température limite



Machines tournantes 2/5

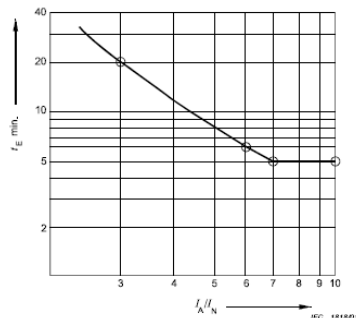
ALSTHOM	
TYPE FRAME TYP	AMFE 160 L4
	EEx e II T3
N° de série Serial Nr - Fab. Nr	700647 FB 02
INERIS N°-Nr	93.C 5086 X
T amb. : -20°C ; 50°C / IA/IN : 6,5 - TE : 7°	
S6 : 25% / 3 min à 18kW / 7 min à vide	

Machines tournantes 3/5

En cas d'utilisation d'un dispositif de protection ampèremétrique, le rapport du courant de démarrage iA/iN et la durée tE doivent être déterminés et marqués

$$tE \geq 7 \text{ s}$$

$$iA/iN \leq 10$$



Machines tournantes – Protection thermique 4/5

❑ Dispositifs de protection contre les surcharges réglés de telle sorte que non seulement le courant du moteur soit contrôlé, mais aussi que le moteur bloqué soit déconnecté dans le délai tE indiqué sur la plaque de marquage.

❑ Courbes des caractéristiques courant-temps indiquant le délai de déclenchement du relais de surcharge en fonction du rapport entre le courant initial et le courant doivent être détenues par l'utilisateur.



Machines tournantes 5/5

Les moteurs alimentés sous fréquence et tension variables par un convertisseur doivent être soumis à un essai et certifiés pour ce service en même temps que le convertisseur selon ses spécifications dans les documents descriptifs.



Réparation « e » 1/4

Voir EN 60079-19 - Référentiel Saqr-ATEX

Enveloppes « e »

- privilégier les **pièces neuves** fournis par le constructeur
- maintenir un **espace suffisant** entre les parties fixes et les parties en rotation conformément à la norme du matériel
- attention aux finitions de surface (classe de température)
- les enveloppes peuvent être modifiées à condition que **la classe de température, le degré de protection** et les règles de **l'essai de choc** mécanique spécifiés dans la norme applicable soient respectés.

Réparation « e » 2/4

Bornes de raccordement

- obtenir les éléments de remplacement du constructeur ou son avis en ce qui concerne les variantes acceptables
- **aucune modification** des bornes de raccordement ne doit être faite sans en référer au constructeur



Réparation « e » 3/4

Parties transparentes ou translucides

- aucune tentative de recoller ou réparer des parties transparentes ou translucides ne doit être faite sans autorisation du constructeur
- nettoyage avec solvants interdit

Lampes

- le type de lampe spécifié par le constructeur doit être utilisé pour les remplacements et la puissance maximale spécifiée ne doit pas être dépassée



Réparation « e » 4/4

Isolation

- tous les détails du système d'isolation des enroulements, y compris le **type de vernis d'imprégnation**, se trouvent normalement dans les documents de certification. Lorsque cela n'est pas le cas, toutes ces informations doivent être demandées au constructeur

Enroulements

- rebobinage possible avec l'avis du constructeur



Règles applicables aux matériels "p"

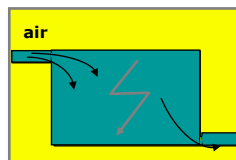
- ☐ Principe du mode de protection
- ☐ Règles d'installation et d'entretien
- ☐ Réparation



Principe du mode de protection

La pénétration d'une atmosphère environnante à l'intérieur de l'enveloppe du matériel électrique est empêchée par le maintien, à l'intérieur de la dite enveloppe, **d'un gaz de protection** à une pression supérieure à celle de l'atmosphère environnante. La surpression est maintenue avec ou sans débit du gaz de protection.

Ex px II T4



Principe du mode de protection

Quelques définitions

- surpression interne
- gaz de protection
- compensation de fuite
- balayage
- surpression interne statique



Principe du mode de protection

Surpression statique

Maintien d'une surpression dans une enveloppe à surpression interne sans addition de gaz de protection dans un emplacement dangereux

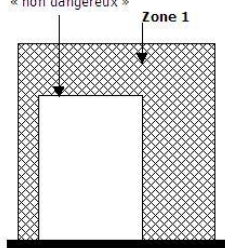
Surpression avec compensation des fuites

Maintien d'une surpression dans une enveloppe de telle façon que lorsque 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 de ses canalisations.

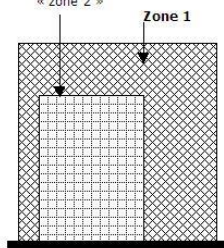


« px », « py », « pz »

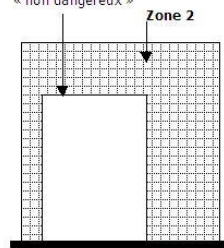
Enveloppe « px » :
Zone à l'intérieur de l'enveloppe =
« non dangereux »



Enveloppe « py » :
Zone à l'intérieur de l'enveloppe =
« zone 2 »



Enveloppe « pz » :
Zone à l'intérieur de l'enveloppe =
« non dangereux »



Principe du mode de protection

- surpression **mode px** : de zone 1 à "non dangereux"
- surpression **mode py** : de zone 1 à zone 2
- surpression **mode pz** : de zone 2 à "non dangereux"



Surpression minimale

- px, py : **50 Pa**
- pz : **25 Pa**



Dispositifs et dispositions de sécurité (sauf pour la surpression statique)

Séquence des actions des dispositifs de sécurité

- Après le **lancement de la séquence**, le **débit de balayage** au travers de l'enveloppe et la surpression dans celle-ci doivent être contrôlés selon la présente norme. Le débit de balayage doit être contrôlé à la sortie de l'enveloppe à surpression interne
- Lorsque le **débit minimum** du gaz de protection est établi (La durée de balayage doit être augmentée du temps nécessaire pour réaliser le balayage du volume libre des canalisations associées qui ne font pas partie du matériel certifié, par une quantité de gaz de protection au moins égale à cinq fois le volume des canalisations avec la valeur du débit minimal spécifié par le constructeur) et que la surpression est dans les limites spécifiées, la **temporisation de balayage peut démarrer**.
- Après l'**expiration du temps de balayage**, (La durée de balayage minimale spécifiée par le constructeur après vérification et essais type par constructeur et ON) **le matériel est alors prêt à être mis sous tension**.



Dispositifs et dispositions de sécurité

- ☐ **Le dispositif doit empêcher le matériel électrique dans une enveloppe à surpression interne d'être sous tension avant l'exécution du balayage**
 - **px** ou **py** : débit de balayage mini et temps mini spécifiés par le fabricant
 - **pz** : balayage 5*volume
- ☐ **Contrôle de débit à l'évacuation**



Dispositifs et dispositions de sécurité

Dispositif(s) de sécurité automatique(s) doivent être prévus

lorsque la surpression tombe au-dessous de la valeur minimale spécifiée par le fabricant :

- signal provenant directement de l'enveloppe
- pas de vanne entre le capteur et l'enveloppe
- vérification possible des dispositifs
- mise en sécurité de l'installation du ressort de l'utilisateur



Dispositifs et dispositions de sécurité

Mode px :

- **mise HT automatique** des matériels à l'ouverture des portes et couvercles
- matériels restant sous tension dans l'enveloppe : **protection** (e, d, i, etc...)



Actions à entreprendre en cas de panne de la pressurisation

Matériels avec source de dégagement interne :

- **respect des instructions de montage « constructeur »**
(limiteur de débit, régulateur de pression, coupe-flammes)
- **tenir compte de la probabilité et des conséquences d'une fuite de gaz de protection** (ex : pression du gaz de procédé < pression du gaz de protection)
- **défaut de pressurisation** : alarme + action corrective



Réparation « p »

Voir EN 60079-19 - Référentiel Saqr-ATEX

Enveloppes « p »

- réparation possible sous réserve de ne pas :
 - altérer la circulation du gaz de surpression
 - favoriser la pénétration d'une atmosphère explosive ou la création de zones stagnantes
 - diminuer le taux de dissipation de chaleur
- modification possible uniquement pour les enveloppes sans source de dégagement interne (valeurs de réglage non modifiables : débit, surpression, etc.)



Réparation « p »

Parties transparentes ou translucides

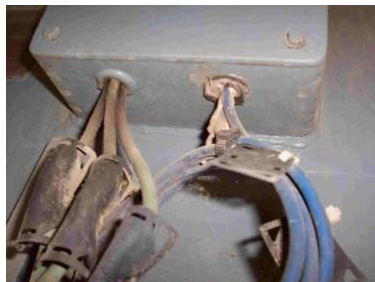
- aucune tentative de recoller ou réparer des parties transparentes ou translucides ne doit être faite **sans autorisation du constructeur**
- nettoyage avec solvants interdit



Réparation « p »

Entrées de câble

- les entrées doivent maintenir le degré de protection d'origine et ne doivent pas permettre **l'augmentation des fuites de gaz de surpression**



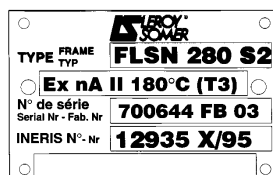
Règles applicables aux matériels "n"

- Principe du mode de protection
- Règles d'installation et d'entretien



Principe du mode de protection

Mode de protection qui s'applique au matériel, dans des **conditions normales** de fonctionnement et dans **certaines conditions anormales** prévues par la norme, de telle manière qu'il ne soit pas capable d'enflammer l'atmosphère explosive environnante



Plusieurs modes de protection

❑ Matériels « n »

- matériel ne produisant pas d'étincelles **nA**
- dispositifs à coupure fermée et composants non incendiaires **nC**
- dispositifs hermétiquement scellés **nC**
- appareils et circuits à énergie limitée **iC**
- enveloppes à respiration limitée **nR**
- Surpression simplifiée **pZ**

❑ Règles de construction similaires à celles des autres modes de protection (*version « allégée »*)



Moteurs alimentés à tension et fréquence variable

Lorsque l'on utilise des convertisseurs présentant des impulsions haute fréquence en sortie, il convient de veiller à ce que les **surtensions brèves** et les plus **hautes températures** qui peuvent être produites au moteur ou à son bornier soient prises en compte

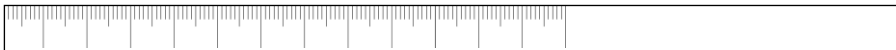




Règles applicables aux installations de sécurité intrinsèque

Ism-ATEX
INERIS

INERIS
formatiOn



Règles applicables aux matériels "i"

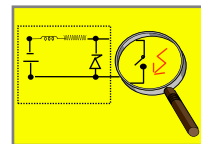
- Principe du mode de protection
- Installations en zone 1
- Installations en zone 0
- Systèmes de sécurité intrinsèque

Ism-ATEX
INERIS

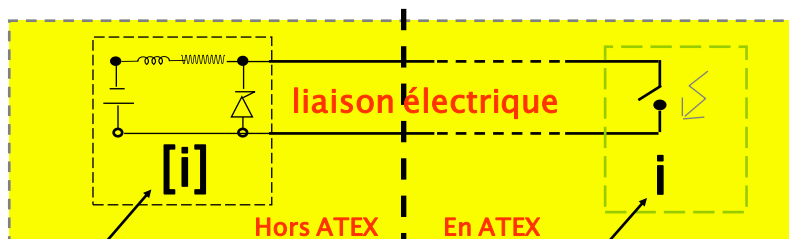
INERIS
formatiOn

Principe du mode de protection

Un circuit de sécurité intrinsèque est un circuit dans lequel **aucune étincelle ni aucun effet thermique**, produit dans les conditions d'épreuve prescrites par la norme EN 50 020 (qui couvrent le fonctionnement normal et les conditions spécifiées de défaut) n'est capable de provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive donnée.



Circuit de sécurité intrinsèque



Symbole d'un matériel associé (situé hors zone explosive ou protégé par un mode de protection normalisé)

Symbole d'un matériel à sécurité intrinsèque (situé en zone explosive)



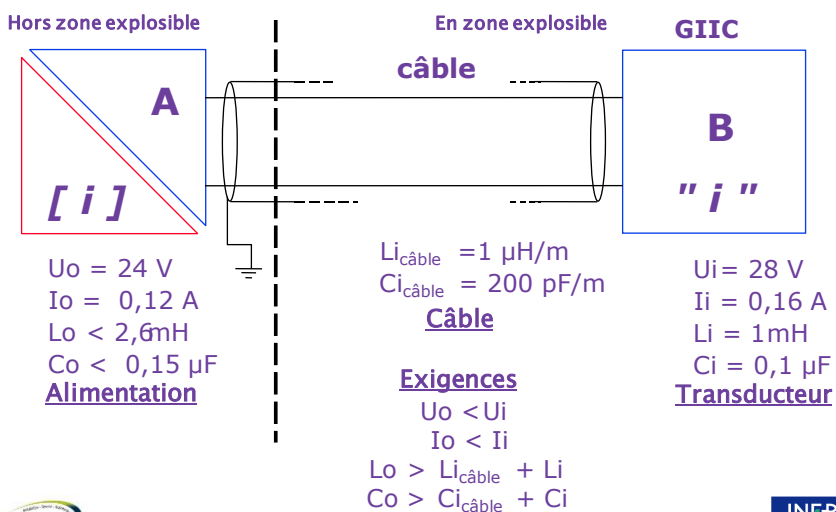
Matériels électriques de sécurité intrinsèque

Matériel électrique de sécurité intrinsèque : matériel électrique dans lequel tous les circuits sont des circuits de sécurité intrinsèque

Ex ia IIB T4



Évaluation d'un système simple (calcul de boucle)



Rappel : Les puissances de dix

10 ¹²			10 ⁹			10 ⁶			10 ³			1			10 ⁻³			10 ⁻⁶			10 ⁻⁹			10 ⁻¹²		
			giga (G)			mega (M)			kilo (k)			Unité			milli (m)			micro (µ)			nano (n)			pico (p)		
											</															

EN 60079-14 Nouvelle édition

• Calculs de boucles « i » – prise en compte du risque capacitif et inductif :

Exigences

$$U_o \leq U_i$$

$$I_o \leq I_i$$

Si $I_i < 1\% I_o$ ou $C_i < 1\% C_o$:

$$L_{\text{câble}} = I_o - I_i$$

$$C_{\text{câble}} = C_o - C_i$$

Si $I_i > 1\% I_o$ et $C_i > 1\% C_o$:

$$L_{\text{câble}} = I_o/2 - I_i$$

$$C_{\text{câble}} = C_o/2 - C_i$$



Niveaux de protection des matériels

- « ia » : le matériel reste de sécurité en fonctionnement normal et en présence d'un défaut et **de deux défauts simultanés** (zone 0)
- « ib » : le matériel reste de sécurité en fonctionnement normal et en présence **d'un défaut quelconque** (zone 1)
- « ic » : le matériel reste de sécurité en fonctionnement normal (zone 2)



Matériels associés

Matériel électrique associé : matériel électrique qui contient à la fois des circuits de sécurité intrinsèque et des circuits de sécurité non intrinsèque, et qui est réalisé de sorte que les circuits de sécurité non intrinsèque ne puissent pas affecter défavorablement les circuits de sécurité intrinsèque

[Ex ia] IIB



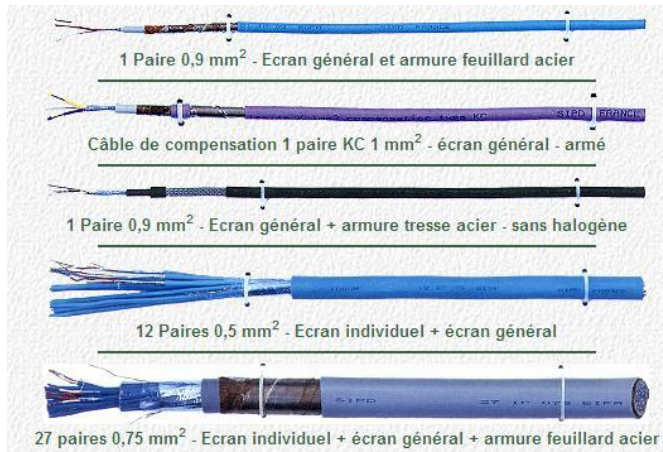
Matériel simple

Peuvent ne pas être obligatoirement certifiés :

- les **composants passifs**
- les **sources génératrices d'énergie** ne délivrant pas plus de 1.5 V, 100 mA et 25 mW



Types de câbles utilisables



Exemple de câble multiconducteurs



Technical data

- Control cable, special PVC with blue outer jacket for hazardous areas to hazard type 4- (= intrinsically safe)
- For intrinsically safe installation marking as per DIN VDE 0165 part 1, EN 60079-14 and IEC 60079-14 section 12.2.2.6
- **Temperature range**
 - flexing -5°C to +80°C
 - fixed installation -40°C to +80°C
- **Nominal voltage** U₀/U 300/500 V
- **Test voltage** 3000 V
- **Breakdown voltage** min. 6000 V
- **Insulation resistance** min. 20 MΩm.xkm
- **Mutual capacitance**
 - unscreened core/core approx. 120 nF/km
 - screened core/core approx. 140 nF/km
 - core/screen approx. 187 nF/km
- **Inductance** approx. 0,68 mH/km for CY-type
- **Coupling resistance** for CY-type max. 250 Ωm/km



Mode de pose des câbles

Les câbles doivent répondre à l'une des prescriptions suivantes :

- les câbles de SI **doivent être séparés** de tous les câbles NSI
- ou les câbles de SI doivent être **protégés contre le risque de dommage mécanique**
- ou les câbles de SI ou NSI doivent être **munis d'une armure, d'une gaine métallique ou d'un écran**



Pose dans deux supports différents



Pose dans un même support avec attaches de fixation



Pose dans un même support avec séparation



Pose dans un même support avec un des deux câbles protégé par écran



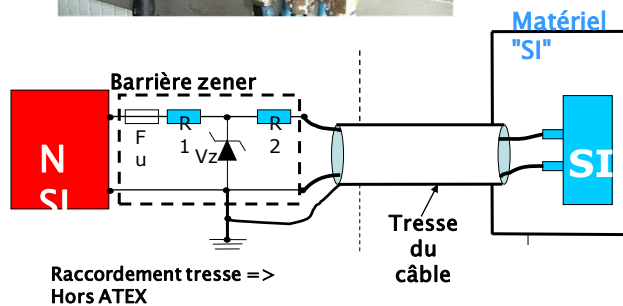
Identification des circuits de SI

❑ Marquage des câbles

- les câbles comportant des circuits de SI doivent être **marqués** si absence d'armure, écran ou gaine métallique

❑ Repérage des circuits

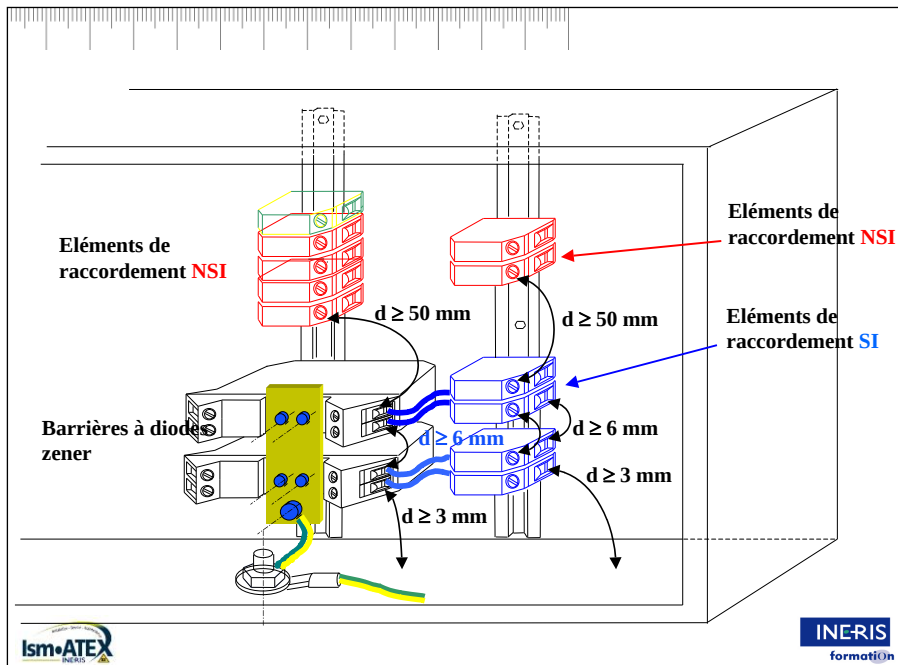
- seul le **bleu clair** peut être utilisé pour le repérage
- s'il y a **risque de confusion** lié à l'utilisation de la couleur, d'autres mesures de marquage sont nécessaires (regroupement des conducteurs de SI en faisceaux, étiquetage, organisation claire et séparation spatiale)

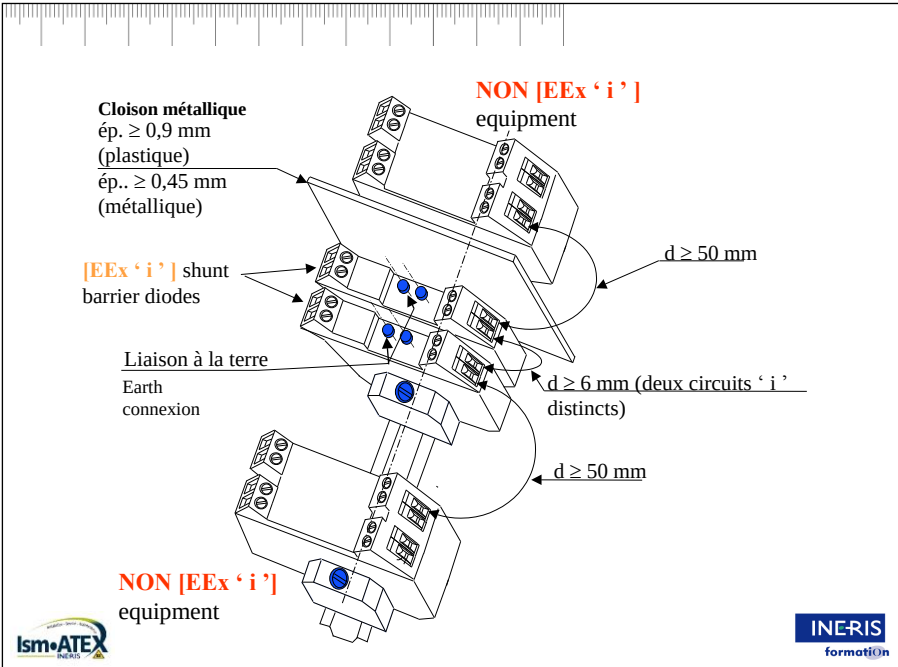
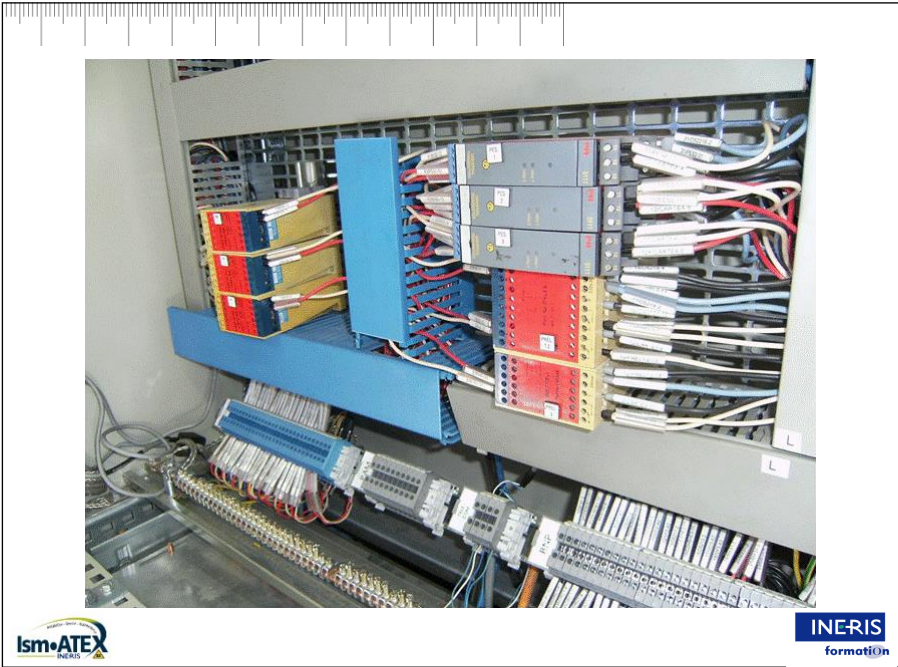


Raccordement des conducteurs de réserve

Dans un câble multi-conducteurs,
chaque conducteur non utilisé doit :

- être isolé de la terre et des autres conducteurs à chacune de ses extrémités
- ou connecté au point de terre utilisé pour mettre à la terre tous les circuits de SI faisant partie du câble (les autres extrémités devant être isolées de la terre)





Installations en zone 0

- matériel et matériel associé de **catégorie « ia »**
- il est préférable d'utiliser un matériel associé présentant un **isolement galvanique** entre circuits SI et NSI
- si la mise à la terre du circuit est requise pour des raisons fonctionnelles, le **raccordement à la terre** doit être réalisé **à l'extérieur de la zone 0**, mais aussi près que raisonnablement possible du matériel situé en zone 0
- **dispositif de protection contre les surtensions**
(de préférence à moins de 1 m de l'entrée de la zone 0)



Systèmes de SI

Assemblage d'objets interconnectés de matériel électrique, défini de manière détaillée dans un **dossier descriptif système**, dont les circuits ou des parties de circuits, destinés à être utilisés dans une ATEX, sont des circuits de SI



Document descriptif système

- le **document descriptif système** doit fournir une analyse adéquate du niveau de sécurité atteint par le système
- il doit être établi **pour tous les systèmes**



Groupement et classification

- le système, en tout ou partie, doit faire l'objet **d'une autre subdivision de la classification** si nécessaire (IIA, IIB, IIC)
- matériels constitutifs du système classés en température (T4 à T6)



Température nominale ambiante

Lorsque le système de sécurité intrinsèque, en tout ou en partie, est spécifié **comme pouvant fonctionner hors de la plage normale de températures de fonctionnement** allant de -20°C à $+40^{\circ}\text{C}$, cela doit être spécifié dans le document descriptif système



Règles applicables aux matériels implantés en ATEX poussières



Critères de sélection

- catégorie du matériel
- degré d'étanchéité IP
- température limite de surface
- influences extérieures



Degrés de protection d'une enveloppe CEI 529 - EN 60 529			
IP X		X	
Protection contre : - accès parties dangereuses - pénétration corps étrangers		Protection contre : la pénétration de l'eau	
Non protégée	0	0	Non protégée
Dos de la main Corps solide ≥ 50 mm	1	1	Chutes verticales de gouttes d'eau
Doigt Corps solide ≥ 12 mm	2	2	Chutes d'eau inclinées à 15°
Outil 2,5 mm Corps solide $\geq 2,5$ mm	3	3	Eau de pluie jusqu'à 60° de la verticale
Fil 1mm Corps solide ≥ 1 mm	4	4	Projection d'eau de toutes les directions
Fil 1mm Protégée contre la poussière	5	5	Jets d'eau de toutes les directions
Fil 1mm Étanche à la poussière	6	6	Jets d'eau puissants de toutes les directions
		7	Immersion temporaire
		8	Immersion prolongée



Groupe de matériel

- Matériel pour ATEX poussières : **Groupe III**
- Subdivisions :
 - **III A** : particules combustibles en suspension
 - **III B** : poussières non conductrices
 - **III C** : poussières conductrices



Zone d'implantation – Catégories - EPL

EPL Da :

Matériel pour atmosphère de poussière combustible, ayant un très haut niveau de protection, qui n'est pas une source d'inflammation en fonctionnement normal ou lors de défauts rares.

EPL Db :

Matériel pour atmosphère de poussière combustible, ayant un haut niveau de protection, qui n'est pas une source d'inflammation en fonctionnement normal, ou lors de défauts qui peuvent être prévisibles et pas nécessairement sur une base régulière.

EPL Dc :

Matériel pour atmosphère de poussière combustible, ayant un niveau de protection augmenté, qui n'est pas une source d'inflammation dans des conditions normales de fonctionnement, et qui peut posséder certaines protections complémentaires pour assurer qu'il restera inactif comme source d'inflammation dans des cas fréquents et réguliers.



Catégories

<i>Matériels pouvant être installés en</i>	<i>Catégories autorisées</i>
Zone 20	1 D EPL Da
Zone 21	1 D EPL Da
	2 D EPL Db
Zone 22	1 D EPL Da
	2 D EPL Db
	3 D EPL Dc

Règles communes aux matériels (EN 60079-0)

- Enveloppes non métalliques
- Enveloppes contenant des métaux légers
- Marquages

Enveloppes contenant des métaux légers

Zone 20 : EPL Da

- 7,5 % au total de magnésium et titane

Zone 21 : EPL Db

- 7,5 % au total de magnésium et titane

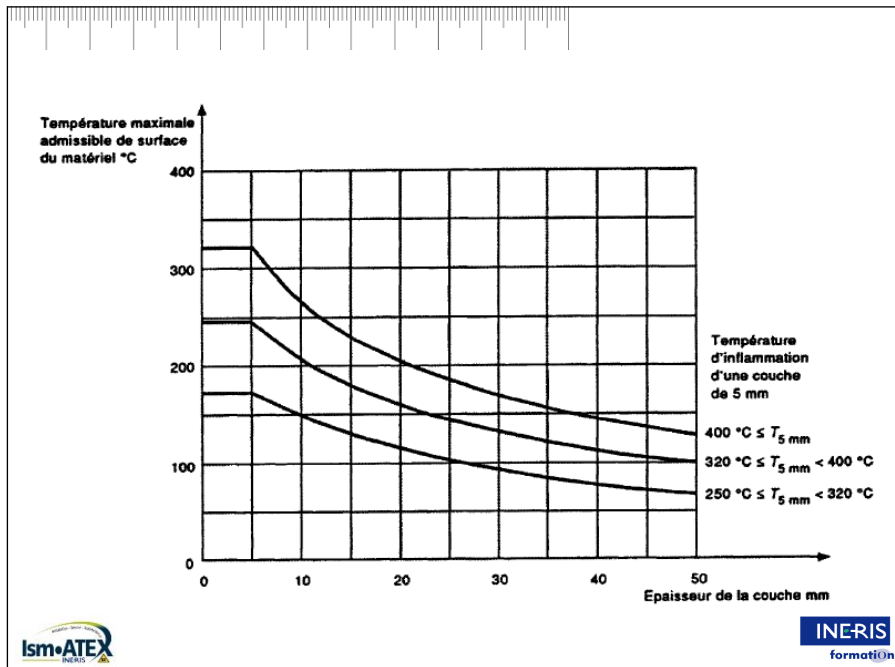
Zone 22 : EPL Dc

- pas d'exigences sauf pour les ventilateurs et enveloppes (carters et grilles) de ventilateurs doivent être conformes aux exigences EPL Db



Températures de surface

- $T_{\text{max admissible}} = 2/3 T_{\text{nuage}}$
- $T_{\text{max admissible}} = T_{5\text{mm}} - 75\text{K}$
- couches de poussières importantes
 - entre 5 et 50 mm réduction de T_{max}
 - épaisseurs excessives : essais spéciaux pour déterminer T_{max}



Modes de protection à paraître

Matériels « D »

- protection par enveloppe « **tD** »
- protection par pressurisation « **pD** »
- protection par sécurité intrinsèque « **iD** »
- protection par encapsulage « **mD** »

Protection par enveloppe (tD)

Protection contre la pénétration

Mode de protection	IIIC	IIIB	IIIA
« ta »	IP6X	IP6X	IP6X
« tb »	IP6X	IP6X	IP5X
« tc »	IP6X	IP5X	IP5X

^a La protection contre la pénétration est à déterminer conformément au degré de protection (IP) de l'enveloppe tel qu'il est spécifié dans la CEI 60079-0 pour les niveaux de protection « tb » et « tc ». Pour le niveau de protection « ta », le niveau de dépression doit être porté au moins à 4 kPa pendant une durée de 8 h. Il convient de retirer toute graisse avant de réaliser l'essai IP.



Le marquage selon le décret 96-1010 du 19 novembre 1996 (ATEX)

S.A.I.P.
23, avenue de Lorraine
D- 4563 LÜNEN



SWU 15/34/98
N° de série : 45367
2000

 II 2 D b T130°C IP65



Le marquage selon le décret 96-1010
du 19 novembre 1996 (ATEX)

S.A.I.P.
23, avenue de Lorraine
D-4563 LUNEN

CE 0080

SWU 15/34/98
N° de série : 45367
2000

CE II 1 GD

EEx ia IIA T4 IP 65 T130°
INERIS 00ATEX5032X



REGLES DE PROTECTION ET D'INSTALLATION DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES

En zone ATEX



Contexte réglementaire et normatif

- **Arrêté du 28/07/03** → NF C 15-100 (partie BE3 / chapitre 424)
 - NF EN 60079-14 (G)
 - NF EN 50281-1-2 (D) (aujourd'hui EN61241-14)

Dans les emplacements à risque d'explosion, les installations électriques doivent être limitées au strict nécessaire et être réservées exclusivement à l'alimentation des équipements présents dans ces emplacements.

- **Matériels électriques neufs selon 94/9/CE**

• **Installations électriques existantes** avant le 01/07/03, OK si **conformes à l'arrêté du 19/12/1988** (utilisateurs) → matériels électriques décret 1978 (constructeurs)



Contexte réglementaire et normatif

- Le matériel **certifié conforme** à une norme de la série par exemple CEI 60079 **répond aux exigences** des emplacements dangereux quand il est **sélectionné et installé conformément à la EN 60079-14**.
- La **conception de l'installation**, la sélection du matériel et le montage couverts par la EN60079-14 doivent être **effectués** uniquement par un **personnel dont la formation** a inclus une instruction sur les différents modes de protection, les pratiques d'installation et les règles pertinentes et réglementaires applicables.
- La **compétence du personnel** doit être pertinente pour le type de travail à entreprendre (EN 60079-14 – annexe F). Une **formation régulière et continue** appropriée doit être apportée au personnel.



Mise en œuvre des EPL (Equipment protection levels EN 60079-26)

- **Niveau de protection du matériel (EPL)**
- Une approche d'évaluation de risque pour l'acceptation d'un matériel Ex a été introduite créant un lien entre le matériel et les zones. Un système de niveaux de protection du matériel (EPL) a été introduit pour clairement indiquer le risque d'inflammation inhérent au matériel, quelque soit le mode de protection utilisé.
- **Relations entre le niveau de protection du matériel (EPL) et les zones**

- EPL « Ga » équivalent à la catégorie ATEX 1G;
- EPL « Gb » équivalent à la catégorie ATEX 2G;
- EPL « Gc » équivalent à la catégorie ATEX 3G;
- EPL « Da » équivalent à la catégorie ATEX 1D;
- EPL « Db » équivalent à la catégorie ATEX 2D;
- EPL « Dc » équivalent à la catégorie ATEX 3D.

Zone	Niveau de protection du matériel (EPL)
0	« Ga »
1	« Ga » ou « Gb »
2	« Ga », « Gb » ou « Gc »
20	« Da »
21	« Da » ou « Db »
22	« Da », « Db » ou « Dc »



Protection contre les étincelles dangereuses

Protection contre les contacts directs

- objectif : lutter contre le risque d'électrisation et d'électrocution des personnes, ainsi que contre les énergies importantes

Protection contre les contacts indirects

- objectif : limiter les courants de défaut à la terre et les potentiels élevés sur les conducteurs et les connexions des liaisons équipotentielles



Protection contre les contacts indirects

Schémas de liaison à la terre

- schéma TNC
- schéma TNS
- schéma TT
- schéma IT



1ère lettre : position du neutre par rapport à la terre

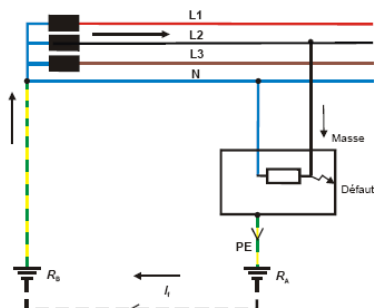
2ème lettre : position des masses métalliques par rapport à la terre



Schéma TT

Le **courant de défaut** phase-masse a une intensité inférieure à celle d'un courant de court-circuit et **peut néanmoins être suffisant** pour provoquer l'apparition de tensions dangereuses voir de différences de **potentiel dangereuses**

Le point de l'alimentation relié directement à la terre est généralement le neutre.

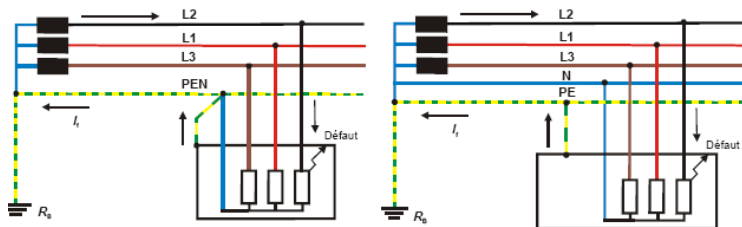


- Zone 0 : interdit

- Zone 1 : DDR au plus égal à 300 mA, y compris pour les réseaux TBT (24 ou 48 V).



Schémas TNC et TN-S



TNC : Interdit en ATEX car une partie du courant d'emploi circule dans les structures du fait de leur mise en parallèle avec le PEN et les cheminements sont rarement maîtrisés et en cas de défaut, le neutre va monter en potentiel et entraîner éventuellement des claquages dans les récepteurs

- TNS : Autorisé en zone 1 et 2 si protection par DDR au plus égal à 300 mA pour diminuer le temps d'élimination des courants de défaut. Un défaut non franc sera vu comme une surcharge, d'où nécessité d'avoir une section de conducteur neutre identique à celle des phases. Dans l'emplacement dangereux, un contrôle des défauts entre le conducteur neutre et le PE est préférable



Schéma IT

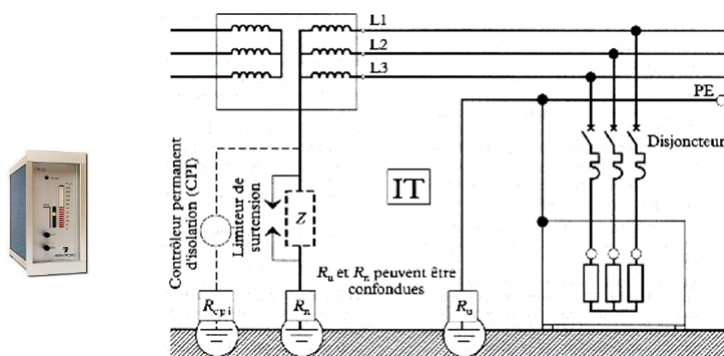


Schéma IT : neutre isolé ou impédant vis-à-vis de la terre - Seul schéma autorisé en zone 0

1er défaut : CPI avec alarme sonore ou visuel : diagnostic et coupure manuelle (instruction)
Deuxième défaut : (court-circuit entre phases, car toutes les masses sont reliées entre elles via le conducteur PE),



Protection contre les contacts indirects

Liaisons équipotentielle :

raccordement des masses à effectuer au système de liaison équipotentielle

- section minimale de 4mm² (Barrières SI) et 6 mm² (autres cas) : cf. NFC 15 100

- Les **connexions** doivent être fixées de telle sorte qu'elles **ne se desserrent** pas d'elles-mêmes.

- Les **masses** n'ont pas besoin d'être raccordées séparément au système de liaison équipotentielle si elles sont **en contact métallique** avec des éléments structurels ou des canalisations **y étant raccordés** et si elles sont solidement fixées à eux.



Section minimale des conducteurs de protection (EN 60079-0)

Section des conducteurs de phase de l'installation, S mm ²	Section minimale du conducteur de protection correspondant, S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$0,5 S$

Les éléments de **connexion** doivent être conçus de telle sorte que les conducteurs électriques ne puissent pas être facilement **desserrés ou tordus**. La **pression de contact** sur les connexions électriques doit être **maintenue**



Autres dangers d'inflammation particuliers

Electricité statique :

- dispositions pour réduire à un niveau sûr les effets de l'électricité statique

Foudre :

- protection contre les effets de la foudre (arrêté du 15/01/08 et normes associées)

Protection cathodique des parties métalliques :

- surveillance et entretien régulier
- Les installations avec protection cathodique ne doivent pas être raccordées au système de liaison équipotentielle.



Protection contre les surcharges

Câbles:

- protection contre les surcharges (relais thermique), les courts-circuits et les défauts à la terre

Matériels et canalisations :

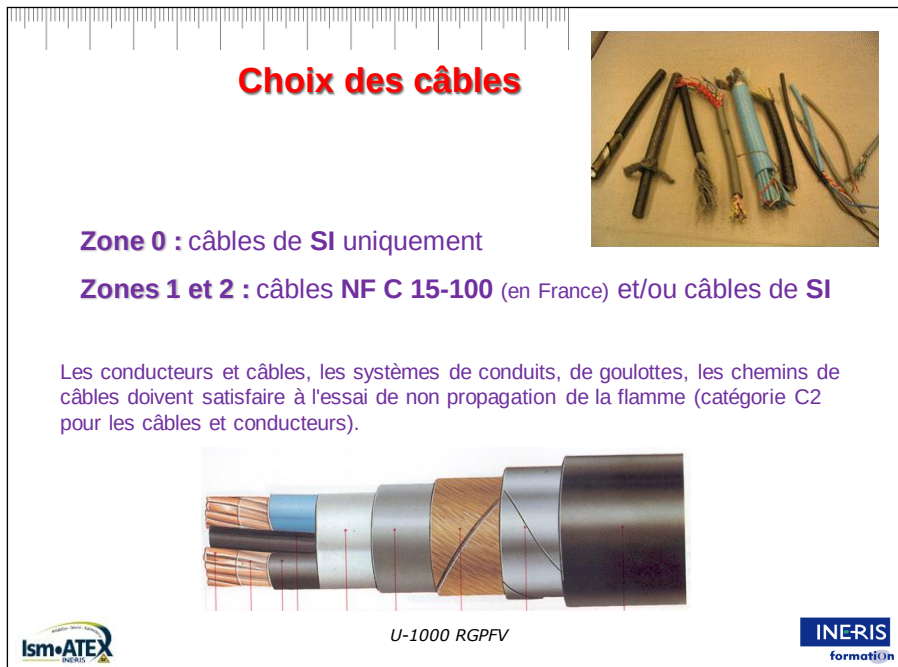
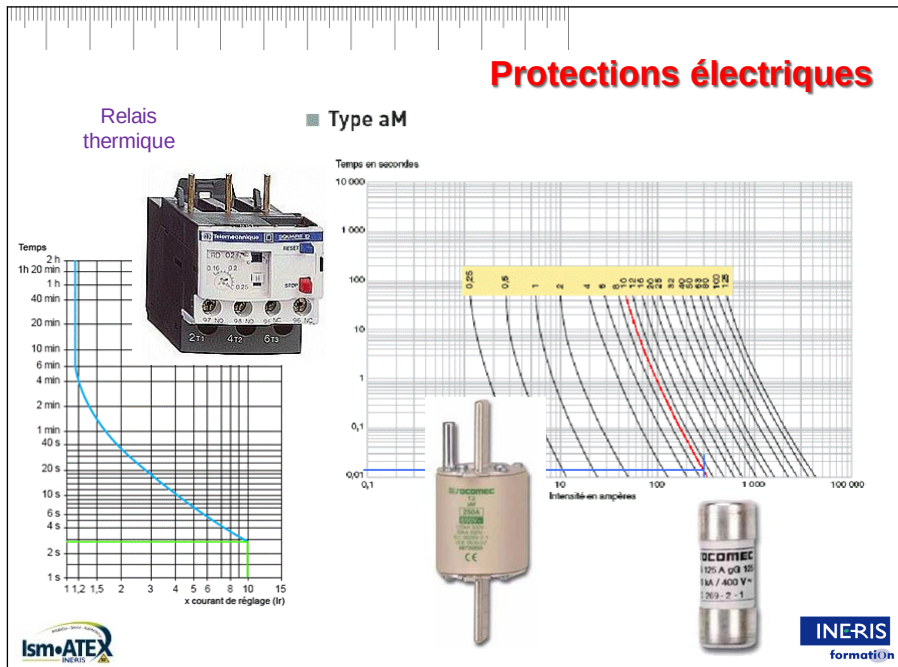
- protection contre les CC
- protection contre les défauts à la terre



Le ré-enclenchement automatique des dispositifs de protection contre les CC et les défauts à la terre ne doit pas être possible tant que le défaut subsiste.

Précautions visant à éviter les **pertes de phase des moteurs** (échauffement si fonctionnement sur 2 phases).





Choix des câbles

Les canalisations doivent être protégées contre les défauts d'isolement :

- a) en schéma **TN ou TT**, par des dispositifs à courant différentiel résiduel de courant différentiel résiduel assigné au plus égal à **300 mA**.



- b) en schéma **IT**, par un **contrôleur permanent d'isolement** avec alarme sonore et/ou visuelle.



Une **instruction appropriée** doit indiquer, que lors d'un premier défaut sur l'un des circuits d'un local BE3, il doit être procédé à la **coupure manuelle** de ce circuit.



Choix des câbles

➤ En France, les câbles doivent répondre aux exigences de la **NF C15-100 (chap. 424.8) : Tension nominale ≥ 1000 V**

- Les câbles doivent remplir les conditions suivantes :
- Influence externe **AG1** (IK02) : câbles non armés autorisés
 - Influence externe **AG2** : Câbles IK08 ou câbles IK07 avec protection mécanique complémentaire
 - Influence externe **AG3** : Câble IK08 + protection complémentaire (écrans, fourreaux...)



Dans les trois situations précédentes, les câbles des séries 07RN-F, etc. (voir tableau 52D en BE3) peuvent être utilisés lorsque les liaisons souples sont nécessaires.



Choix des câbles (NF C15-100)

Les câbles doivent remplir toutes les conditions suivantes :

- avoir une tension nominale de **1000 V**
(séries R2V, RVFV, RGPFV, ...)
- être soustraits au **risque mécanique**
- être non-propagateurs de la flamme
(catégorie **C2** de la norme NF C 32-070)
C2 = non-propagateur de la flamme
- être protégés contre les **détériorations chimiques**
- **réduire de 15 %** les valeurs de courants admissibles dans les conducteurs
- assurer à l'origine du circuit la protection contre les surcharges



Exception n°1 à la règle des 1000 V

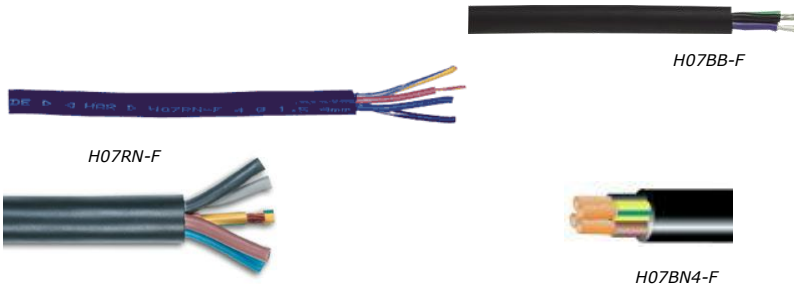
Il est possible d'utiliser des câbles de tension nominale inférieure à 1000 V sous réserve de respecter les conditions suivantes :

- tension nominale au moins égale à **250 V**
- circuit **TBTS** (circuit de signalisation et d'alarme)
- l'intensité maximale, même en cas de défaut, ne doit pas excéder **40 mA** (IIB et IIC) et 50 mA (IIA)
- protection par **2 feuillets d'acier** d'épaisseur au moins égale à **0,2 mm** ou d'une manière équivalente

Exception n°2 à la règle des 1000 V

Câbles souples pour usage intensif :

du type H07RN-F (voir tableau 52D C15-100)



Exception n°3 à la règle des 1000 V

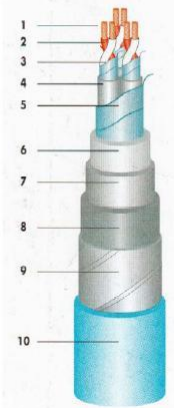
Câbles d'instrumentation :

Les câbles d'instrumentation armés répondant aux spécifications pétrolières **NF M 87-202** sont acceptables dans les conditions **AG2** et **AG3** s'ils sont **C2**. Dans les conditions **AG1**, ils peuvent ne pas être armés.

(UTE - PV 15-261 d'octobre 2003)



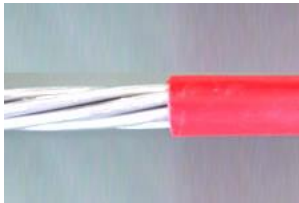
Câbles d'instrumentation NF M 87-202

CABLES BLINDÉS NF M 87-202	250 V	SCREENED CABLES NF M 87-202
Température maxi au conducteur : 70°C		
Maximum conductor temperature : 70°C		
1 -Ame cuivre nu massif ou câblé selon version 2 -Isolation PVC spécial 3 -Ecran individuel (éventuel) film ALU/polyester + fil de continuité en cuivre étamé (7x0,2mm²) 4 -Gaine (éventuel) PVC – couleur : gris 5 -Ecran général film ALU/polyester + fil de continuité en cuivre étamé (7x0,2mm²) 6 -Gaine intérieure (éventuel) PVC - RH 7 -Gaine d'étanchéité (éventuel) couverture Plomb 8 -Matelas (éventuel) papiers crépés paraffinés 9 -Protection mécanique (éventuel) double feuillard acier 10 -Gaine extérieure PVC - RH couleur : bleu		1 -Conductor bare copper, solid or stranded according to versions 2 -Insulation Special PVC 3 -Individual screen (if applicable) ALU/polyester tape + stranded tinned copper drain-wire (7x0,2mm²) 4 -sheath (if applicable) PVC – colour : grey 5 -General screen ALU/polyester tape + stranded tinned copper drain-wire (7x0,2mm²) 6 -Inner sheath (if applicable) PVC - RH 7 -Tightness sheath (if applicable) Lead cover 8 -Bedding (if applicable) paraffined crepe papers 9 -Mechanical protection (if applicable) double steel tape 10 -Gaine extérieure PVC - RH colour : blue



Âmes conductrices en aluminium

Section minimale = 16 mm²



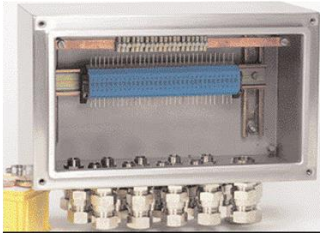
Les âmes en aluminium doivent avoir une section **minimale de 16 mm²** et des connexions appropriées doivent être utilisées.
Lorsque des conducteurs Alu sont utilisés il convient de prendre garde des possibles **réactions chimiques** au niveau **des contacts Al-Cu**. C'est pourquoi, un raccordement spécifique est prévu.



Conducteurs non câblés

Ils ne peuvent être utilisés que s'ils sont installés à l'intérieur de tableaux de distribution, d'enveloppes protégées,

Un conducteur nu, non câblé peut être la source d'une DdP

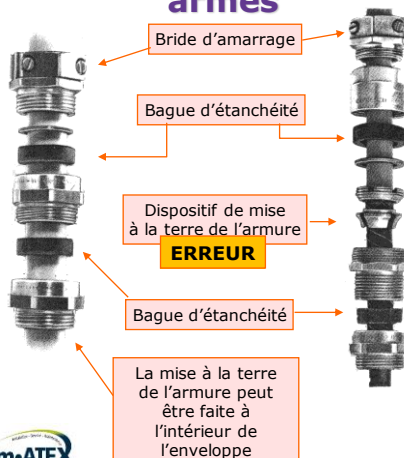


L'extrémité dans l'emplacement dangereux de chaque brin inutilisé dans les câbles multibrins doit être soit **raccordée à la terre**, soit **isolée** convenablement au moyen d'extrémités appropriées au mode de protection.
L'isolation par ruban uniquement n'est pas admissible.

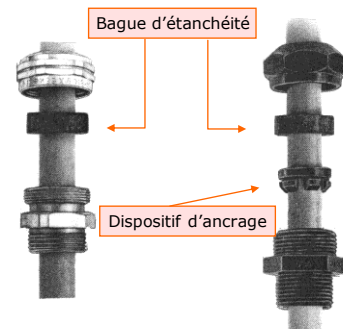


Choix des entrées de câble

Câbles armés



Câbles non-armés



Si la notice le précise, un amarrage sera fait soit dans l'enveloppe, soit à l'extérieur et à proximité du PE



Mise en œuvre des entrées de câble 1/2



- Bride d'amarrage lorsque nécessaire (câbles non armés, dispositif d'ancrage non utilisé, etc ...)
- Vissage suffisant permettant une bonne compression de la bague d'étanchéité et du dispositif d'ancrage
- Mise en œuvre efficace du dispositif d'ancrage (et de mise à la terre de l'armure)
- f interne de la bague d'étanchéité adapté au f de la gaine interne du câble
- Mini 5 filets en prise après vissage
- Graissage

Ism-ATEX INERIS

INERIS formation

Mode de pose des câbles

Caniveaux, corbeaux et tablettes moulés sur les parois :

- aucune contre-indication

Colliers, étriers, goulottes, tubes, gouttières... constitués de matériaux inflammables :

- interdits (non C2)

Chemins de câbles et conduits métalliques :

- liaisons à la terre et équipotentialité

Traversées de parois et de canalisations dans caniveaux :

- ne doivent engendrer un risque de communication d'atmosphères entre zones à risque différent

Ism-ATEX INERIS

INERIS formation

Mode de pose des câbles

Les circuits desservant les zone ATEX (BE3) doivent être **réservés exclusivement** à l'alimentation de ces emplacements.

Conducteurs nus par voie aérienne **interdit** en zones.

Lorsqu'une ligne dessert des emplacements dangereux, l'alimentation doit se faire par une canalisation enterrée d'une longueur d'au moins 20 mètres.



Raccordement des câbles aux matériels

Entrées de câbles adaptées

Les ouvertures non utilisées dans les enveloppes des matériels électriques doivent être obturées



Bouchon et obturateur
« e »

Bouchon « d » et « e »



Mise à la terre des armures et des écrans

Liaison de l'armure normalement requise aux deux extrémités



Le **contact fortuit** entre l'armure ou la gaine métallique potentiellement chargée (CEM ou autre) et la tuyauterie ou l'équipement **doit être évité**.

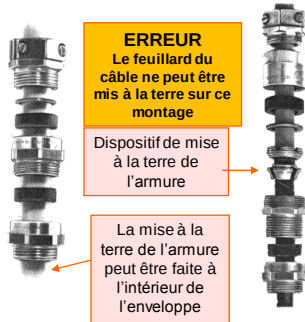
La mise à la terre des armures doit se faire aux deux extrémités par le biais des PE au risque d'un amorçage en cas de défauts à la terre.

Mise à la terre des armures et des écrans

Attention lors de l'utilisation en **réseau déséquilibré** ou avec un **câble unipolaire**. Des courants importants peuvent prendre naissance dans le feuillard.



Mise à la terre des armures et des écrans



ERREUR
Le feuillard du câble ne peut être mis à la terre sur ce montage

Dispositif de mise à la terre de l'armure

La mise à la terre de l'armure peut être faite à l'intérieur de l'enveloppe

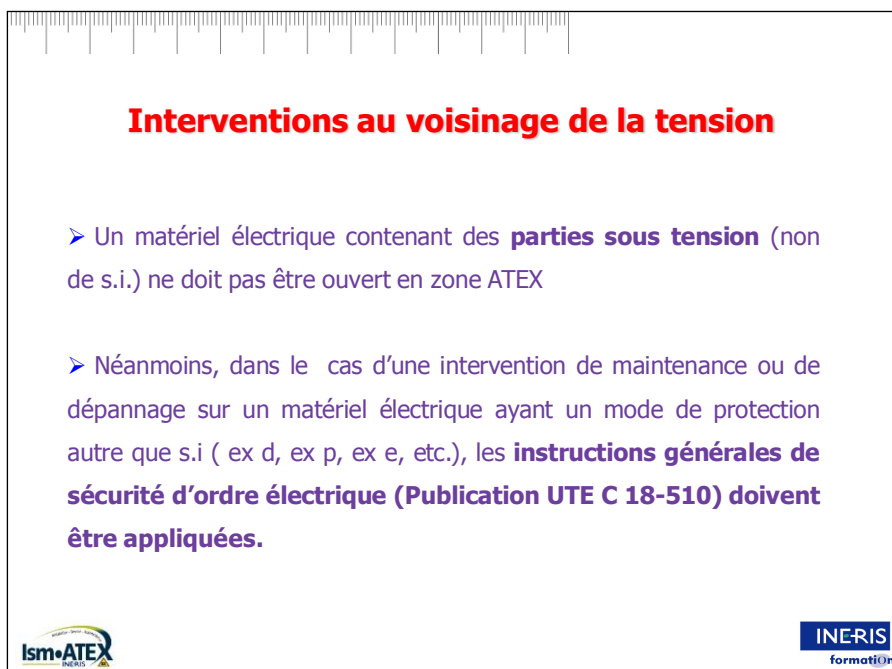


Mise à la terre des armures et des écrans

Si l'armure ou l'écran des câbles est uniquement mis à la terre hors de l'emplacement dangereux (par exemple dans la salle de commande), alors ce point de mise à la terre doit être incorporé au système d'égalisation de potentiel de l'emplacement dangereux.

NOTE Si l'armure est mise à la terre dans un schéma TT uniquement à l'extérieur de l'emplacement dangereux, il y a la possibilité que des étincelles dangereuses soient créées à l'extrémité de l'armure dans l'emplacement dangereux et il convient donc que l'armure ou l'écran soit traité comme des conducteurs (isolés) (voir 9.6.3 de la EN 60079-14).





Interventions sous tension

➤ Instructions générales de sécurité d'ordre électrique



- Soit assurer un contrôle **permanent de l'atmosphère durant toute l'intervention** (autorisation écrite du responsable de l'emplacement nécessaire, permis de feu, etc.)
- **25% LIE : Alarme.** Préparation à l'arrêt de l'intervention + Suppression des sources d'inflammation (fermeture de l'enveloppe, etc.)
- **50% LIE : Arrêt immédiat** de l'intervention + toute source d'inflammation interdite



Interventions sous tension

- Soit **limiter l'intervention** aux seuls circuits de s.i.

En cas d'ouverture d'appareillages : soit contrôle de l'absence d'ATEX en permanence, soit éviter tout risque de court circuit entre composants ou circuits internes (mise en place d'écran, etc.)

- Soit **assurer une ventilation permanente** avec contrôle d'atmosphère



Interventions hors tension

➤ En cas d'intervention électrique hors-tension, assurer la consignation électrique (même en TBT) : (C18-510)

1. Couper et séparer de toute source
2. Condamner le(s) moyen(s) de séparation
3. Identification
4. Vérifier l'absence de tension
5. Mise à la terre si nécessaire

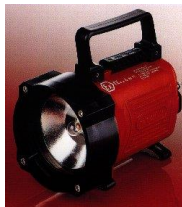
**Contrôle permanence de
l'atmosphère si réalisé en zone
ATEX**

➤ Attention aux indications sur les délais à respecter avant toute intervention (ouverture d'une enveloppe, arrêt de surpression, etc.)



Outillage

➤ Des précautions doivent être prises pour s'assurer que les matériels portatifs ou mobiles certifiés ne sont utilisés que dans des emplacements appropriés à leur mode de protection, au groupe de gaz (ou caractéristique des poussières) et à leur classe de température



Outillage

- Matériels électriques personnels : aides acoustiques, télécommande, lampes, portables, etc.
- Autorisés en zone :
 - Montre à quartz : acceptable en zone dangereuse
 - Autres matériels sous réserve d'une évaluation spécifique

Les **matériels personnels** fonctionnant sur piles ou cellules solaires (par exemple les **montres bracelets électroniques**, les **aides acoustiques**, les **télécommandes des alarmes pour voitures**, les lampes de poche, les calculettes, etc.) sont parfois portés par le personnel et **emmenés par inadvertance dans un emplacement dangereux**.

Avec les montres électroniques, le risque est faible et leur utilisation en emplacement dangereux est généralement acceptable.

Pour l'utilisation de tous les autres matériels fonctionnant sur piles ou cellules solaires (y compris les montres-bracelets avec calculette incorporée) il convient, soit de se baser sur une étude montrant qu'ils peuvent être utilisés dans un emplacement dangereux, soit de ne les introduire dans un emplacement dangereux qu'après qu'un certificat garantissant l'absence d'une atmosphère inflammable ait été établi.

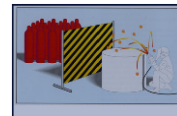
Les piles au lithium qui peuvent alimenter les matériels électroniques personnels présentent un risque accru et il convient que leur utilisation fasse l'objet d'une étude comme indiqué dans cet article.



Outillage



- Le matériel amovible utilisable en zone ATEX ne doit pas être une source potentielle d'inflammation sinon son emploi devra nécessiter des précautions particulières (permis de feu, utilisation d'un explosimètre...)



- Deux types d'outils :

a) Outils qui ne peuvent produire que des **étincelles uniques** quand ils sont utilisés (tournevis, clés, etc.) ;



b) Outils qui conduisent à la formation d'une **gerbe d'étincelles** quand ils sont utilisés lors de travaux de sciage ou de broyage



Outillage

Deux types d'outils :

- a) Outils qui ne peuvent produire que des **étincelles uniques** quand ils sont utilisés (tournevis, clés, etc.) ;
- b) Outils qui conduisent à la formation d'une **gerbe d'étincelles** quand ils sont utilisés lors de travaux de sciage ou de broyage



Outillage

zone	Outil type a)	Outil type b)
0 / 20	Interdit	Interdit
1 (IIC, H ₂ S, C ₂ H ₄ O, CO)	Interdit *	Interdit *
1 (autres)	Autorisé si acier	Interdit *
2	Autorisé si acier	Interdit *
21 / 22	Autorisé si acier	Autorisé sous certaines conditions **

* Admissibles si on peut assurer qu'aucune ATEX n'est présente sur le lieu de travail

** Autorisés si les dépôts de poussière ont été préalablement évacués du lieu de travail et si ce lieu de travail est séparé et protégé des zones 21 et 22 restantes.



Risque électrostatique

- Prévention : port de tenues spécifiques (chaussures, vêtements, gants)
- Attention à l'accumulation de charges électrostatiques pendant le nettoyage des matériels électriques non conducteurs



INSPECTION ET ENTRETIEN Des installations électriques

Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Principaux facteurs ayant une influence sur la détérioration de l'installation et du matériel :

- corrosion (air salin,...)
- produits chimiques (solvants,...)
- accumulation de poussières, saletés.
- T° ambiante
- rayonnements ultraviolets
- dommages mécaniques
- vibrations anormales
- faiblesse de conception



Concerne le matériel fixe et mobile



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

La norme **EN 60079-17** est un complément des normes :

- **CEI 60364-6** : Installations électriques à basse tension - Partie 6 : vérification
- **CEI 60079-19** : Les réparations et remises en état de matériel protégé contre les explosions.

L'inspection et les travaux de maintenance doivent être réalisés par du personnel qualifié et formé ATEX (EN 60079-17- Annexe B) + formation spécifique à l'installation concernée.



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Documentation nécessaire:

- DRPCE ou partie du DRPCE (zonage, nature des produits,...)
- Documentation technique (notice d'instruction du constructeur, plans, déclaration CE de conformité, document descriptif du système SI).
- Dossiers d'inspections et de maintenance antérieurs pour les installations déjà existantes.



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Avant la mise en service de l'installation :

Inspection de tous les matériels, systèmes et installations électriques

Permet de vérifier que le mode de protection et son installation sont conformes



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Objectif des inspections régulières :

Garantir que l'installation est maintenue dans un état satisfaisant permettant de fonctionner dans un emplacement dangereux.

Exigences :

- Soit des inspections périodiques régulières.
- Soit une surveillance continue.

Nota : On considère qu'il n'y a pas de surveillance continue si l'installation n'est pas contrôlée plus fréquemment qu'une fois par semaine.



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Degrés d'inspection :

- **Visuelle** : Examen sans utilisation d'outils (état général, vis manquantes).
- **De près** : Examen visuel avec utilisation d'outils (vis desserrée,...). Pas d'ouverture de l'enveloppe. Pas de mise hors tension.
- **Détaillée** : Examen avec ouverture de l'enveloppe.

La norme EN 60079-17 définit sous forme de tableaux les points de contrôle en fonction du mode de protection et du degré d'inspection.
(pour les matériels, l'installation et l'environnement)



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Tableau 1 – Plan d'inspection pour les installations Ex «d», Ex «e» et Ex «n»
(D = détaillée, C = de près et V = visuelle)

Vérifier que:		Ex «d»			Ex «e»			Ex «n»		
		Degré d'inspection								
		D	C	V	D	C	V	D	C	V
9	Les boulons, les dispositifs d'entrées de câbles (directes et indirectes) et les éléments de protection sont d'un type correct et sont complets et serrés – vérification physique – vérification visuelle	X	X		X	X		X	X	
10	Les surfaces des joints plans sont propres et non endommagées et les garnitures éventuelles sont satisfaisantes	X								
11	Les interstices des joints plans sont conformes aux valeurs maximales autorisées	X	X							
12	Les caractéristiques assignées, le type et la position des lampes sont corrects	X			X			X		
13	Les connexions électriques sont serrées				X			X		
14	L'état des garnitures des enveloppes est satisfaisant				X			X		
15	Les dispositifs enfermés et de scellement hermétique ne sont pas endommagés							X		
16	Les enveloppes à respiration limitée sont satisfaisantes							X		
17	Les ventilateurs des moteurs sont à une distance suffisante des enveloppes et/ou des couvercles	X			X			X		
18	Les dispositifs de respiration et de drainage sont satisfaisants	X	X		X	X		X	X	



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Périodicité à définir par l'utilisateur :

Installations fixes —————> variable en fonction :

- Du type de matériel
- Des indications du constructeur
- De l'expérience
- Du niveau de protection EPL
- De l'environnement

Jamais supérieur à 3 ans.

Effectuer des inspections par sondage pour valider la pertinence de la périodicité et du degré d'(inspection).



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Périodicité à définir par l'utilisateur :

Equipements mobiles :

- 12 mois
- 6 mois pour les enveloppes fréquemment ouvertes
- Examen visuel avant chaque utilisation par l'utilisateur.



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Exigences relatives à l'entretien.

- Pas de modification sans l'avis du constructeur
- Remplacement des pièces à l'identique
- Réparation et remise en état du matériel conformément à la norme CEI 60079-19.
- Se conformer à la notice d'instruction du constructeur, notamment lorsque le marquage comporte le suffixe « X ».



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Mise hors service et démontage du matériel.

Les extrémités des conducteurs lors de la dépose doivent être, soit :

- Correctement enfermés dans une enveloppe appropriée,
- Ou isolées de toutes les sources d'énergie et isolées,
- Ou isolées de toutes les sources d'énergie et mises à la terre.

Si le matériel est retiré définitivement du service, le câble doit être déposé ou son extrémité doit être placée dans une enveloppe appropriée.



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Luminaire :



- Remplacement des lampes selon le type défini par le constructeur.
- Les parties translucides ne doivent pas être modifiées (peinture, écran de protection,...).
- Respecter la périodicité de remplacement des lampes selon la notice d'instruction du constructeur.



Respecter l'angle de service



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Câbles et flexibles :

- Veiller particulièrement aux extrémités
- Remplacement si endommagés ou défectueux.



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Dispositifs anti condensation :

Les éléments de respiration et de drainage ou de chauffage doivent être vérifiés.



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Dans la pratique : Mode de protection « d »



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Dans la pratique : Mode de protection « d »

- Permis de travail et permis de feu
- Vérifier l'adéquation du marquage et l'état général
- Vérifier l'absence de modification du matériel
- Vérifier la boulonnerie de l'enveloppe (complets, identiques)
- Vérifier les presse-étoupes et les bouchons (marquage, serrage)
- Vérifier l'état des portées ADF (rayures, corrosion, jeux)
- Vérifier les mises à la terre.



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Dans la pratique : Mode de protection « d »

Caisse à outils :

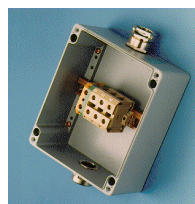


- Explosimètre
- Historique maintenance et notice constructeur
- Clés/Tournevis
- Papier abrasif 400/« Scotch-brite »
- Jeux de cale/Pied à coulisse
- Graisse



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Dans la pratique : Mode de protection « e »



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Dans la pratique : Mode de protection « e »

- Permis de travail et permis de feu
- Vérifier l'adéquation du marquage et l'état général
- Vérifier l'absence de modification du matériel
- Vérifier la boulonnerie de l'enveloppe (complets)
- Vérifier les presse-étoupes et les bouchons (marquage, serrage)
- Vérifier l'état du joint d'étanchéité
- S'assurer que le matériel à l'intérieur de l'enveloppe est ATEX
- Vérifier le câblage (serrage, distance d'isolement)
- Vérifier l'absence de point d'échauffement.
- Vérifier les mises à la terre.



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Dans la pratique : Mode de protection « e »

Caisse à outils :



- Explosimètre
- Historique maintenance et notice constructeur
- Clés/Tournevis
- Thermomètre
- Réglet (Attention si utilisation au voisinage de pièces nues sous tension, à n'utiliser que hors tension)



Inspection et entretien des installations électriques
(EN 60079-17)

Dans la pratique : Mode de protection «p» et « pD »



Inspection et entretien des installations électriques
(EN 60079-17)

Dans la pratique : Mode de protection « p » et
« pD »

- Permis de travail et permis de feu
- Vérifier l'adéquation du marquage et l'état général
- Attention au système de précoupure
- Vérifier l'état général du système de pressurisation (tuyauterie,...)
- Vérifier la pression
- Vérifier l'absence de fuite et l'état des joints d'étanchéité
- Vérifier le report d'alarme
- Vérifier le seuil pressostat
- Vérifier le cycle de balayage



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Dans la pratique : Mode de protection « p » et
« pD »

Caisse à outils :

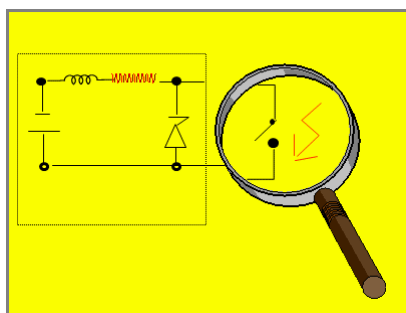


- Explosimètre
- Historique maintenance et notice constructeur
- Appareil de mesure approprié pour la vérification de l'instrumentation (seuils de déclenchement, hystérésis, etc.)



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Dans la pratique : Mode de protection « i », « iD »
et « nL(iC) »



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Dans la pratique : Mode de protection « i », « iD »
et « nL(iC) »

- Permis de travail et permis de feu
- Vérifier le marquage des matériels (barrière, récepteur) :
Adéquation avec le document descriptif du système
- Vérifier l'état général des matériels
- Le remplacement d'éléments du circuit doit être réalisé à
l'identique
- Vérifier le cheminement des câbles (règles SI et NSI) et leur
repérage
- Vérifier l'implantation des barrières
- Vérifier l'état des cartes imprimées
- Vérifier les mises à la terre (écrans et armures)



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

**Instructions générales de sécurité d'ordre
électrique (Publication UTE C 18-510) pour la s.i**

**Seuls les travaux d'entretien suivants pourront être exécutés sur
des matériels de s.i. sous tension :**

- déconnexion, démontage, remplacement de parties du matériel électrique et du
câblage
- réglage et étalonnage du matériel ou système électrique
- démontage et remplacement de prise de courant dans les composants et
ensembles
- utilisation des instruments spécifiés dans la documentation ou n'affectant pas la
sécurité intrinsèque du circuit



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Instructions générales de sécurité d'ordre électrique (Publication UTE C 18-510) pour la s.i



Seuls les travaux d'entretien suivants pourront être exécutés sur des matériels de s.i. sous tension :

- Règles identiques si le matériel reste interconnecté avec le matériel de s.i. installé en zone
- Les liaisons de mise à la terre des barrières de sécurité ne doivent pas être enlevées si le matériel reste interconnecté avec le matériel de s.i. installé en zone
- Utilisation des instruments spécifiés dans la documentation ou n'affectant pas la sécurité intrinsèque du circuit



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Dans la pratique : Mode de protection « i », « iD »
et « nL (iC) »

Caisse à outils :



- Explosimètre
- Historique maintenance et notice constructeur
- Document descriptif du système
- Appareil de mesure spécifié dans la documentation



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Dans la pratique : Complément pour les modes de protection « n » et « tD »

Mode de protection « n » :

- S'assurer que les dispositifs enfermés et hermétiquement scellés (nC) ne sont pas endommagés
- S'assurer que les enveloppes à respiration limitée (nR) sont en bon état ainsi que les joints d'étanchéité.

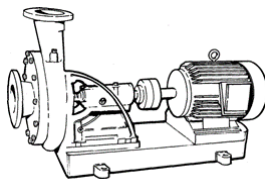
Mode de protection « tD » :

S'assurer du bon état de l'enveloppe et des joints d'étanchéité.



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

Dans la pratique : Exemple d'un ensemble électropompe



Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

En plus des vérifications propres aux modes de protections ATEX du moteur, de la pompe et de l'accouplement, l'assemblage doit être évalué afin de prendre en compte les sources d'inflammations pouvant être générées par :

- Lignage (vibration, échauffement, casse, etc.)
- Raccordement électrique (serrage, réglage des protections électriques, entrées de câble, cheminement, etc.)
- Contraintes tuyauteries (efforts, dilatations, vibrations, etc.)
- Adéquation moteur et pompe (puissance, vitesse, couples de démarrage, couple maximal, sens de rotation, etc.)
- Structure et châssis (fréquence propre, fixations adéquates, problèmes de résonnance, etc.)
- protection accouplement (frottement, dilatation, matière, etc.)
- Les phénomènes de dilations de l'ensemble doivent être connus et maîtrisés

Equipotentialité de l'ensemble

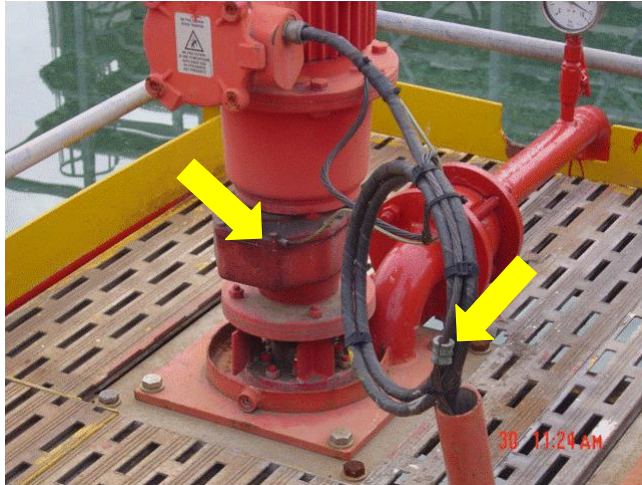


Inspection et entretien des installations électriques (EN 60079-17)

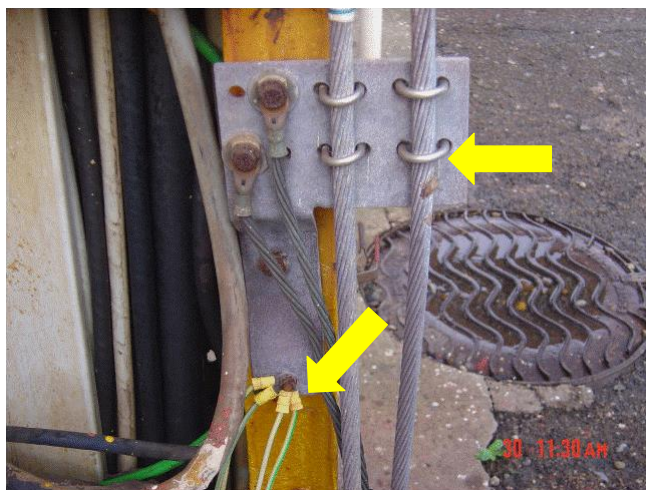
Ce que l'on ne doit pas voir



Inspection et entretien des installations électriques
(EN 60079-17)



Inspection et entretien des installations électriques
(EN 60079-17)



Inspection et entretien des installations électriques
(EN 60079-17)

Ce que l'on ne doit pas voir



Inspection et entretien des installations électriques
(EN 60079-17)

Ce que l'on ne doit pas voir



Inspection et entretien des installations électriques
(EN 60079-17)

Ce que l'on ne doit pas voir



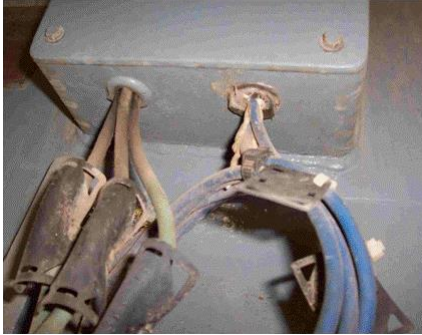
Inspection et entretien des installations électriques
(EN 60079-17)

Ce que l'on ne doit pas voir



Inspection et entretien des installations électriques
(EN 60079-17)

Ce que l'on ne doit pas voir



Inspection et entretien des installations électriques
(EN 60079-17)

Ce que l'on ne doit pas voir



Inspection et entretien des installations électriques
(EN 60079-17)

Ce que l'on ne doit pas voir

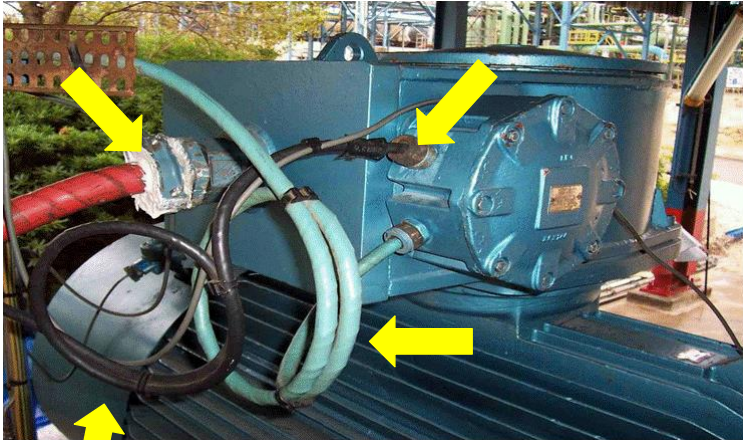


Inspection et entretien des installations électriques
(EN 60079-17)

Ce que l'on ne doit pas voir

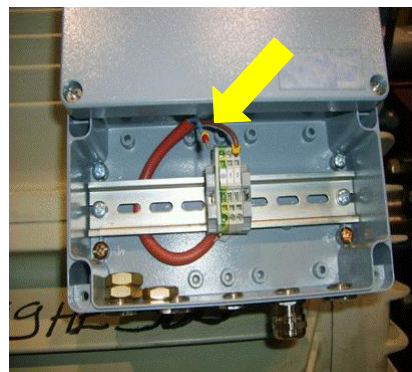
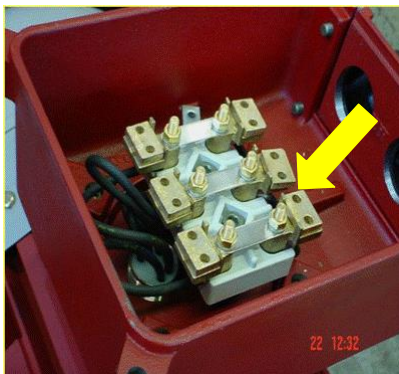


Inspection et entretien des installations électriques
(EN 60079-17)



Inspection et entretien des installations électriques
(EN 60079-17)

Ce que l'on ne doit pas voir





•ADEQUATION
•ZONES/MATERIELS ELECTRIQUES
EXISTANTS

• en application de la directive 1999/92/CE

© Ce document est la propriété d'INERIS Formation. Il ne peut pas être reproduit ou exploité sans son accord - 2007



MARQUAGES
Interprétation des différents marquages

Marquages (industries de surface)

- **Spécification Techniques françaises :**
marquage selon l'arrêté du 18/06/63
- **Ancienne approche :**
marquage selon les normes CENELEC (EN 50014)
- **Nouvelle approche :**
marquage selon le décret 96-1010 (+ marquage complémentaire selon la(les) norme(s) utilisées)



Le marquage selon les S.T.F. Arrêté d 'agrément

Arrêté du 18 juin 1963 (Industries de surface)

DUPONTD
ATR 15
N° 0023-71
AE N° 587/71
ADF
III A + H 2 200°C



Le marquage selon les S.T.F.
Certificat de conformité

Arrêté du 18 juin 1963
(Industries de surface)

CAM
ATR 150
N° 89-1001
AE 81.1099
d IIB T4



Le marquage selon EN 50014
(Industries de surface)

DUVAL Cie
Type CT 2004
N° 8976
EEx d IIC T6
CERCHAR 83.5889 X



Le marquage selon EN 50014
(Industries de surface)

DUVAL Cie
Type CT 2004
N°96-0020
EEx e II T4
INERIS 96 D 5190 X



Le marquage selon EN 50014
(Industries de surface)

DUVAL Cie
Type CT 2005
N°98-0023
EEx de IIB T4
INERIS 98 E 5259 X



2ème génération des normes



Le marquage selon le décret 96-1010 du 19 novembre 1996 (ATEX)



Les marquages – Exemples – Moteur



Les marquages – Exemples – Moteur





DUTCHI NL CE

3-Mot. DMD 71B-2 No. 10059

Cert. No. PTB 99 ATEX 1153

IM B3 EN50018 II 20 EEx d IIC T4

ICl F IP 55 18 kg

	V	Hz	kW	A	cosφ	r/min	l/h
Δ	230	50	0.55	2.29	0.88	2805	5.45
Y	400	50	0.55	1.92	0.93	2805	5.45

Bearing DE 3235 2Z 33 NDE

PTC DIN 44081 Ta





Les marquages – Exemples – Moteur





MSKPP II 2GD T1 - T4

Type MSKPP 15-15-90 Mag 1.8 Nm

S-No 06-01766155804 Year 2006

	Q	1 m³/h	Imp	B	6	Tmin	20 °C	Tmax	40 °C
H	12 m								

CP PUMPER A KOFINGEN

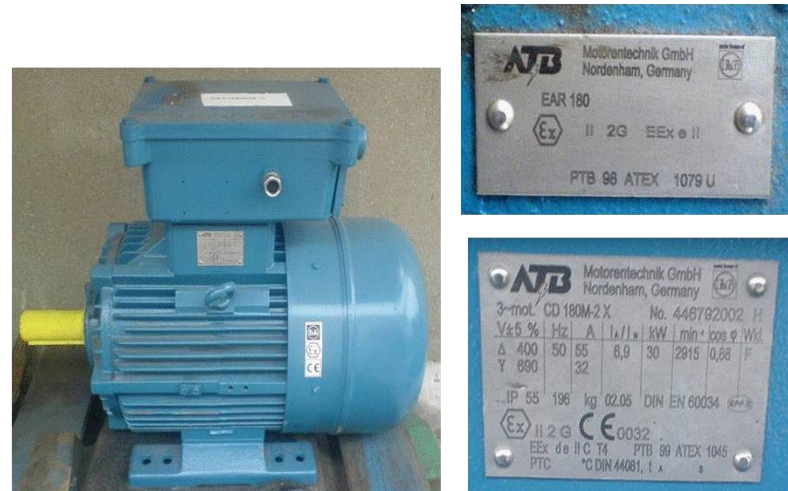




Les marquages – Exemples – Moteur



Les marquages – Exemples – Moteur



Les marquages – Exemples – Lignage laser



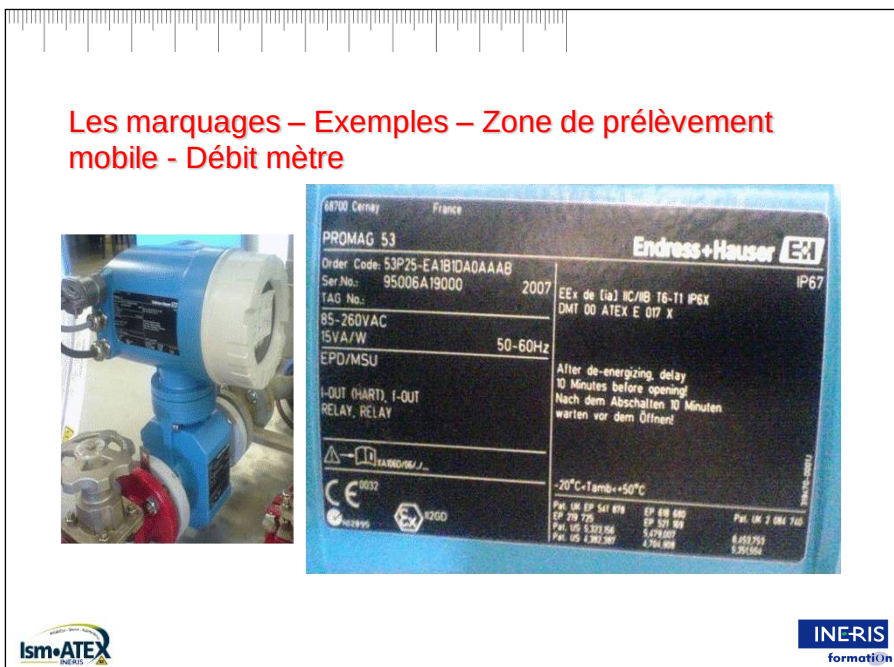
Les marquages – Exemples – Téléphone Sans Fils



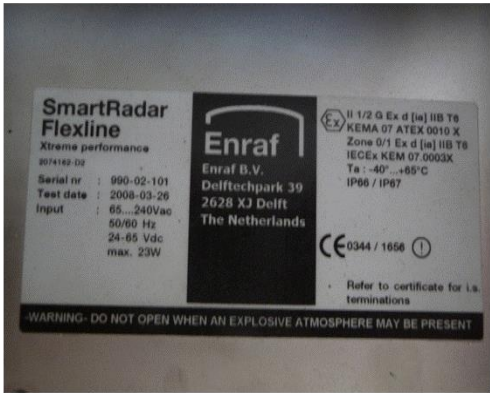
Les marquages – Exemples – Téléphone Sans Fils



Les marquages – Exemples – Zone de prélèvement mobile - Débit mètre



Les marquages – Exemples – jaugeur



Les marquages – Exemples – jaugeur



Les marquages – Exemples – jaugeur

