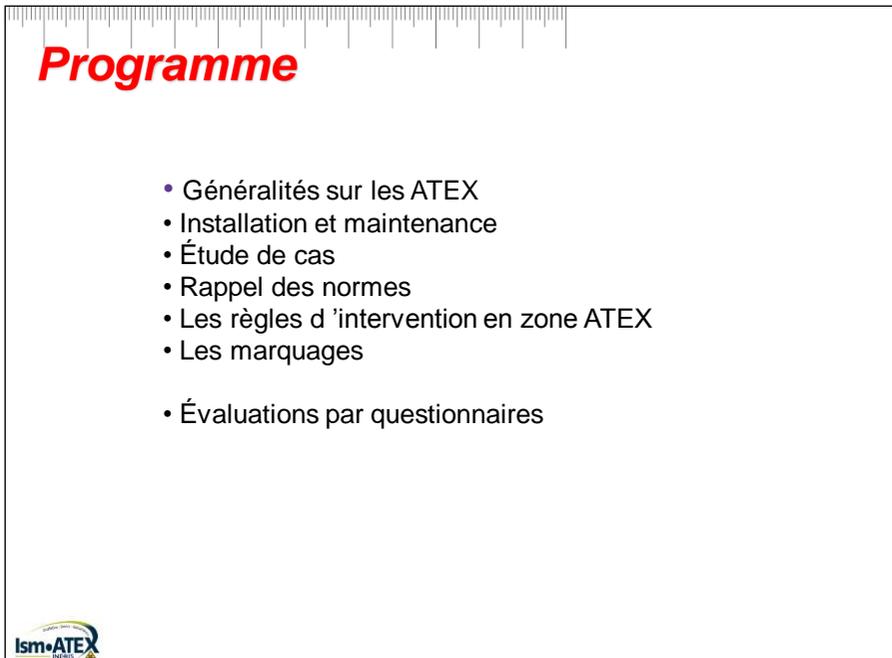


FORMATION ISM-ATEX
non-électrique
Niveau 2

Ism-ATEX
INERIS

INERIS
formatiOn



Programme

- Généralités sur les ATEX
- Installation et maintenance
- Étude de cas
- Rappel des normes
- Les règles d'intervention en zone ATEX
- Les marquages

- Évaluations par questionnaires

Ism-ATEX
INERIS

Le risque industriel

La base ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) du Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire.

Au **31 décembre 2008**, ARIA recense au total **35 155** événements français ou étrangers ; 31 304 d'entre eux se sont produits dans les 27 pays de l'actuelle Union Européenne.
29 274 cas répertoriés en France

Au titre de la seule année 2008, 1 486 événements ont été enregistrés.
1 382 cas sont répertoriés en France.



TOSCO California 2001



Toulouse 2001



Le risque industriel

En 17 ans, 1 195 explosions ont été recensées :

Types d'évènements	1992 à 2008 (%)	2008 (%)
Incendies	64	60
Rejets de matières dangereuses	38	44
Explosions	6,7	7,7
dont BLEVE	0,2	0,2
Effets dominos	4,7	4,8
Projections, chutes d'équipements	2,9	3,4
Presque accidents	2,2	2,1
Irradiation	0,3	0,7

Sur une période de 17 années, **354 des accidents** répertoriés impliquent les **13 raffineries** implantées en France.



Le risque industriel

La répartition des causes est donnée en pourcentage du nombre d'accidents français.



Causes principales des accidents	1992 à 2008 (%)	2008 (%)
Facteur organisationnel et humain dont :	49	61
<i>Organisation défaillante (consignes, procédures...)</i>	29	45
<i>Défaut de maîtrise du procédé</i>	16	21
<i>Usage inadapté de produits dangereux</i>	1,6	0,9
<i>Intervention insuffisante ou inadaptée</i>	1,9	0,2
<i>Abandon produit / équipement dangereux</i>	2,6	0,5
Défaillance matérielle :	53	51
<i>Acte de malveillance avéré ou suspecté</i>	7,5	6,9
Causes externes dont :	9,5	11
<i>Pertes d'utilités (eau, électricité...)</i>	0,8	0,5
<i>Accident extérieur à l'établissement</i>	6,9	0,3
<i>Agressions d'origine naturelle</i>	6,4	5,6
<i>Autres causes externes</i>	0,9	3,1
Pollution chronique :	2,4	-
Autres causes	7,0	2,8

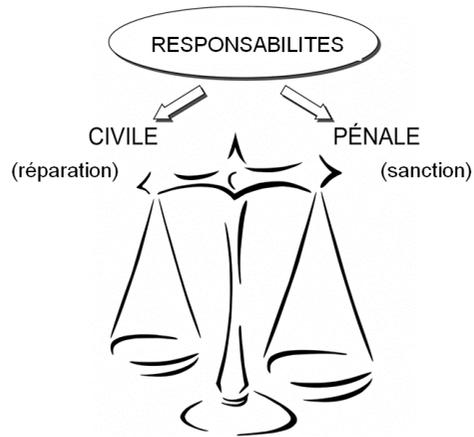
Seul ou associé à une défaillance matérielle, le facteur organisationnel et humain prime en 2008 dans au moins 61 % des accidents répertoriés.



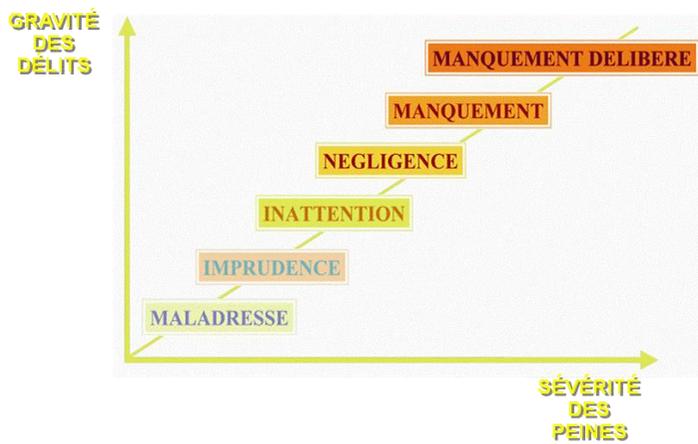
Aria 34227 : Explosion dans une raffinerie à sucre aux USA le 07/02/2008



Quelques rappels juridiques Notions de responsabilités



La gradation des délits



LA MALADRESSE

C'est un défaut de savoir-faire dans la conduite des actions.

Une manœuvre de déchargement qui doit obligatoirement être menée par un spécialiste de la manutention.

Pour des raisons particulières (lenteur de la manœuvre par exemple) un responsable non spécialiste insiste pour diriger la manœuvre. Un accident se produit. Le délit de maladresse pourrait être retenu contre lui.

L'IMPRUDENCE

Elle résulte d'une action où celui qui agit ne se préoccupe pas du danger ou des conséquences de ses actions sur les autres.

Un cadre ou un agent de maîtrise qui mettrait à disposition de son personnel un matériel non conforme ou endommagé tout en connaissant le danger que cela représente commettrait le délit d'imprudence, si un accident se produisait.



L'INATTENTION

C'est un acte de distraction ou d'étourderie.

Prenons le cas d'un opérateur qui connaît et pratique de manière habituelle un mode opératoire. Par distraction, il ne le respecte pas et provoque un accident. Le délit d'inattention pourrait être retenu contre l'opérateur.

LA NEGLIGENCE

C'est une faute résultant d'un manque de vigilance, d'un manque de surveillance attentive et soutenue.

Un cadre ou un agent de maîtrise qui ne veillerait pas en permanence à faire respecter les consignes de son secteur : l'ordre et le rangement, le port des protections individuelles, la protection des machines, par exemple, pourrait se voir mis en examen pour le délit de négligence, en cas d'accident.



LE MANQUEMENT

C'est l'action de manquer à une loi, à un règlement. C'est le fait de ne pas appliquer les différentes obligations imposées par la législation du travail.

- Travail en hauteur sans protection collective et/ou individuelle
- Conduite d'engins hors d'état ou non conformes
- Faire exécuter un travail par une personne non qualifiée ou non habilitée (travaux électriques, conduite d'engins)

LE MANQUEMENT DELIBERE

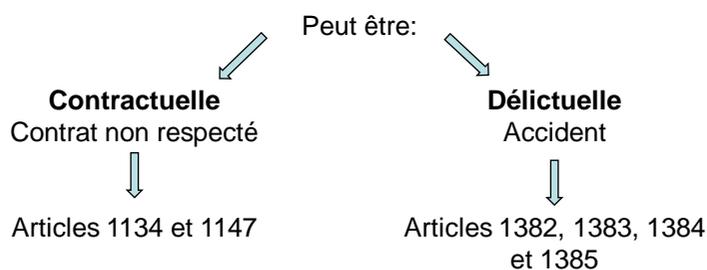
C'est un acte conscient pris en toute connaissance de cause.
C'EST LE DELIT LE PLUS GRAVE !

L'inspecteur du travail ou l'ingénieur de la CRAM fait observer au chef d'entreprise l'absence d'une barrière autour d'un bac d'acide. Le chef d'entreprise ne tient pas compte de ses observations et un accident survient.

Il serait mis en examen pour le délit de manquement délibéré.



La Responsabilité Civile



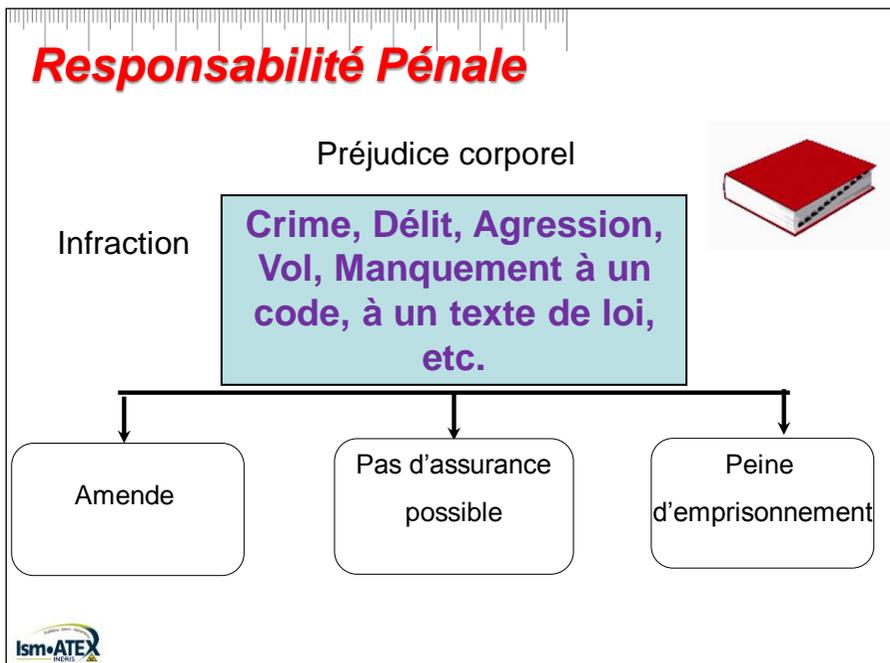
Faute inexcusable dans le cadre d'un accident du travail

Assurance possible

Recours possible de la CPAM contre l'auteur

Aucune rente de la CPAM si faute de la victime





Responsabilité Pénale

Les peines et amendes

PERSONNES PHYSIQUES	AMENDES 	EMPRISONNEMENT 
ACCIDENT MORTEL	45 000 € 75 000 €	3 ans 5 ans
INCAPACITE > 3 mois	30 000 € 45 000 €	2 ans 3 ans
INCAPACITE < 3 mois MISE EN DANGER	15 000 €	1 an

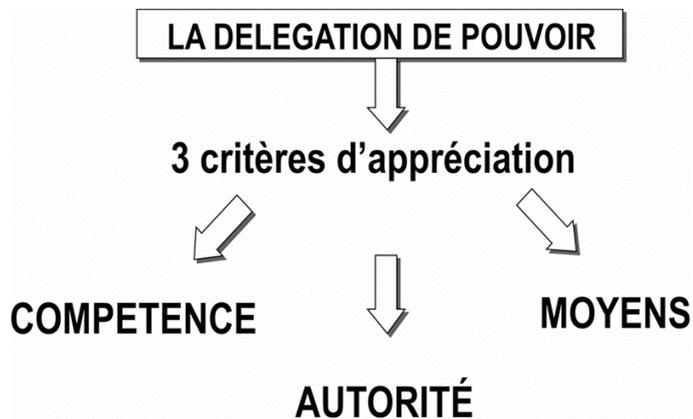
Pour manquement délibéré



Qui est concerné par la responsabilité pénale ?



Délégation de pouvoir





GENERALITES sur les ATEX

Rappel



Cas particulier des liquides inflammables

Dans le cas des liquides, la température du liquide inflammable doit être suffisante pour émettre assez de vapeurs :

- **Point éclair** d'un liquide inflammable = *Température à laquelle un liquide émet suffisamment de vapeurs pour former avec l'air un mélange inflammable.*
- Pour être dans son domaine d'explosivité, le mélange avec l'air doit remplir la condition suivante :

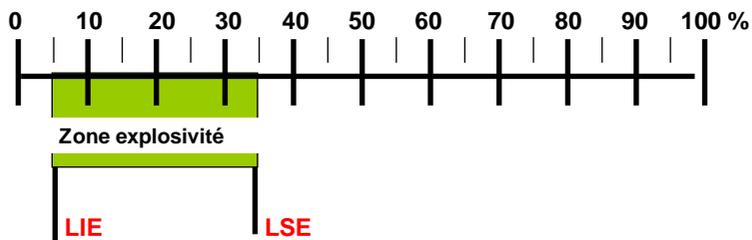
$$T_{\text{liquide}} > \text{Point éclair}$$



LIE < concentration substance inflammable < LSE

Selon les produits :

- la **LIE** est plus moins petite
- la **LSE** est plus ou moins grande
- la **zone d'explosivité** est plus ou moins importante



EMI et TAI **sources d'inflammations suffisantes**

EMI : Énergie Minimale d'Inflammation

- *Énergie minimale qui doit être fournie au mélange, sous forme d'une flamme ou d'une étincelle, pour provoquer l'inflammation.*

Énergie fournie par la source > EMI

OU

TAI : Température d'Auto Inflammation

- *Température à laquelle le mélange avec l'air s'enflamme spontanément.*

T_{mélange} > TAI



1er classement : Groupe de gaz

EMI et IEMS varient dans le même sens :

		Groupes de Gaz (et subdivisions)	EMI (μ J)	IEMS (mm)
Groupe I Mines	Méthane	I	300	1.14
	Propane	IIA	240	0.92
Groupe II industries de surface	Ethylène	IIB	70	0.65
	Acétylène	IIC	17	0.37
	Hydrogène		17	0.29

sens croissant
du risque



Exemples de sources d'inflammation

- Étincelles d'origine électrique
- Étincelles d'origine mécanique

- Surfaces chaudes

- Décharges électrostatiques
- Flammes nues
- Foudre
- etc....



L'électricité statique

Reste d'un fût ayant explosé dans un atelier de résine solvantée.

La cause de l'inflammation est une **décharge d'électricité statique** à l'enfûtage.

Les deux opérateurs effectuant la manœuvre sont décédés.

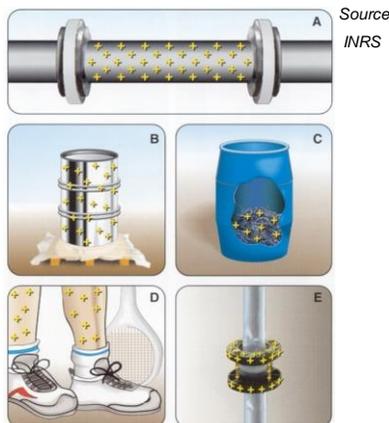


L'électricité statique

Pour pouvoir s'accumuler les charges doivent

- Soit être bloquées dans un corps isolant
- Soit se décharger sur un corps conducteur, isolé de la terre.

Une pièce métallique non reliée à la terre peut accumuler une énergie considérable car elle accumule l'énergie dans son volume et non pas en surface.



2ème classement : Classes de température

Les diverses substances peuvent s'enflammer à des températures différentes. Plus la température d'inflammation est faible, plus la substance est dangereuse.

- méthane 595°C
- hydrogène 560°C
- acétone 465°C
- propane 470°C
- oxyde d'éthylène 430°C
- butane 287°C
- sulfure de carbone 102°C



**sens croissant
du risque**



2ème classement : Classes de température

En conséquence, les matériels destinés à être utilisés dans une atmosphère explosive sont classés de T1 à T6 en fonction de la température maximale de surface qu'ils génèrent :

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



Par exemple, un appareil dont la température maximale de surface est de 105 °C sera classé T4. Il appartient à l'utilisateur de vérifier que T4 (135°C) <TAI ATEX



ATEX poussières

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

- C'est **le nuage** de poussière qui explose
- La ventilation n'a pas le même effet
- Le risque dépend également :
 - de la granulométrie
 - du taux d'humidité
- La détection d'une atmosphère explosive poussiéreuse n'est pas facile



ATEX poussières

- La version CEI a été publiée en octobre 2007
- Les exigences relatives aux atmosphères de poussières explosives ont été transférées de la CEI 61241-0 et création du Groupe III pour définir les atmosphères poussiéreuses
 - IIIA : Particules en suspension
 - IIIB : Poussières non conductrices
 - IIIC : Poussières conductrices.





PLAN DE ZONE
Rappel



La signalisation et texte « Obligatoire en France »

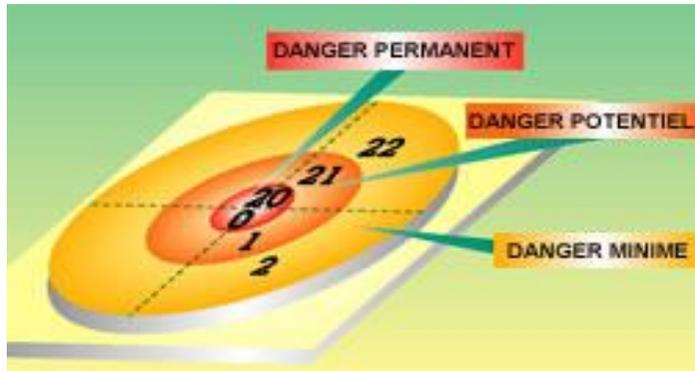
Code du travail: Article R4227-51
Créé par [Décret n°2008-244 du 7 mars 2008 - art. \(V\)](#)



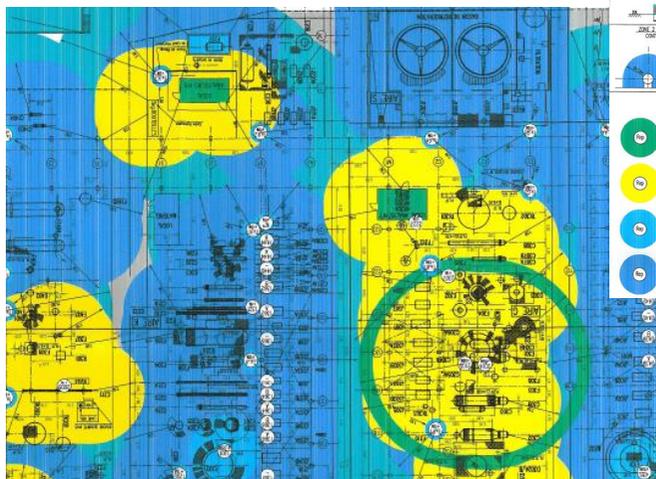
Emplacement où une atmosphère explosive peut se présenter



Le classement des zones à risque d'explosion



Unité



ZONE 1 HYDROGÈNE (H1) 1. Risque Maximum à 1.0m SPRDE : 0-10m autour de la Source pendant tout un cycle (SDR) (Dépendance sur une CSDM) autour de la Source SPRDE : 0-10m autour des Cents, Piques et Piles d'Électrodes	ZONE 2 HYDROGÈNE (H2) 1. Risque Maximum à 1.0m SPRDE : 0-4.5m à 1.2m au-dessus et à 1.2m au-dessous DANGER : 0-1.2m Central des Appareils Potentiels Contain de Hydrogène
ZONE 1 HYDROCARBURE (HC1) 1. Risque Maximum à 1.0m à 1.0m SPRDE : 0-10m autour de la Source (Pour les Produits de Catégorie 1) et pas HC SPRDE : 0-20m autour de la Source (Pour les Produits de Catégorie 2, 3 et 4) SPRDE : 0-10m autour des Piques et Piles d'Électrodes	ZONE 2 HYDROCARBURE (HC2) 1. Risque Maximum à 1.0m SPRDE : 0-4.5m à 1.2m au-dessus et à 1.2m au-dessous DANGER : 0-1.2m Central des Appareils et des Piques et Piles Potentiels Contain de Hydrogène

LEGENDE

- ZONE 1 HYDROGÈNE (H1)
- ZONE 2 HYDROGÈNE (H2)
- ZONE 1 HYDROCARBURE (HC1)
- ZONE 2 HYDROCARBURE (HC2)



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

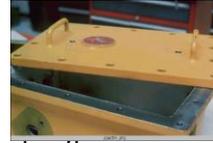
la limite de rupture **Rm** vaut au moins
1200 MPa, → 12 x 100



Règles applicables aux matériels « d »



Principe du mode de protection

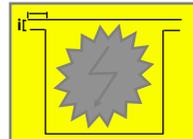


➤ Mode de protection dans lequel les pièces qui peuvent enflammer une atmosphère explosive sont **enfermées dans une enveloppe qui résiste à la pression développée** lors d'une explosion interne d'un mélange explosif et qui empêche la **transmission de l'explosion à l'atmosphère environnante** de l'enveloppe.

EEx d IIB T4

Ex d IIB T4

Selon les
nouvelles
normes



Jointes non filetées : joint à emboîtement

Pour la détermination de la longueur L des jointes 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.

$$L = c + d \text{ (I, IIA, IIB, IIC)}$$

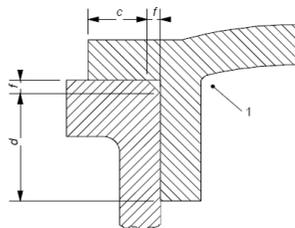
$$c \geq 6,0 \text{ mm (IIC)}$$

$$\geq 3,0 \text{ mm (I, IIA, IIB)}$$

$$d \geq 0,50 L \text{ (IIC)}$$

$$f \leq 1,0 \text{ mm (I, IIA, IIB, IIC)}$$

1 intérieur de l'enveloppe



Interstices

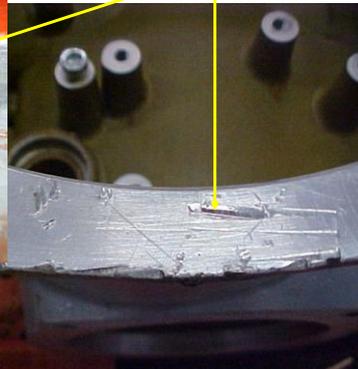
Type de joint	Longueur maximale de joint L mm	V = 100				100 < V = 500				500 < V = 2000				V > 2000				
		I	IIA	IIB	IC	I	IIA	IIB	IC	I	IIA	IIB	IC	I	IIA	IIB	IC	
Joints plans A emboîtement d _{min} = 0,5L, L <= r+d r > 1mm Cylindrique à emboîtement	6	0,3	0,3	0,2	0,1 / 0,1													
	9,5	0,35	0,3	0,2	0,1 / 0,1	0,35	0,3	0,2	0,1 / 0,1									
	12,5	0,4	0,3	0,2	0,15 / 0,15	0,4	0,3	0,2	0,15 / 0,15	0,4	0,3	0,2	0,15 / 0,15	0,4	0,2	0,15	0,15 / 0,15	
	25	0,5	0,4	0,2	0,15 / 0,15	0,5	0,4	0,2	0,15 / 0,15	0,5	0,4	0,2	0,15 / 0,15	0,5	0,4	0,2	0,15 / 0,15	
Bâches des arbres des machines électriques tournantes	40				0,2 / 0,2				0,2 / 0,2				0,2 / 0,2				0,2 / 0,2	
	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		
	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									
Paliers à rouleaux	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	



État de surface et qualité des joints anti-déflagrants



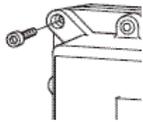
Empreintes réalisées lors du démontage



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**



Résistance du coffret ADF lors d'une explosion interne ??

Fixations et dispositifs d'obturation



Entrée de câble non obturée

➤ 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.



Protection des joints ADF

➤ Graissage des plans de joint

- graisses non corrosives et non durcissantes (ex: à base de silicone)

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

➤ Ils ne doivent pas être peints avant assemblage.



Protection contre la corrosion

Épaisseur de la matière <<
Risque de ne plus résister à la pression d'explosion



Protégés contre la corrosion (matériaux d'étanchéité si prévus dans les documents descriptifs)





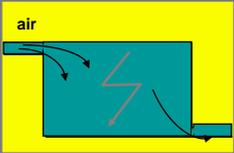
Règles applicables aux matériels « p »



Principe du mode de protection

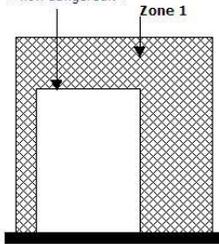
➤ Mode de protection dans lequel la pénétration d'une atmosphère environnante à l'intérieur de l'enveloppe du matériel électrique est empêchée par le maintien, à l'intérieur de la dite enveloppe, **d'un gaz de protection** à une pression supérieure à celle de l'atmosphère environnante. La surpression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

EEx p II T4
Ex p II T4



« px », « py », « pz »

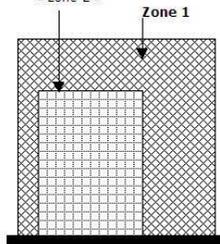
Enveloppe « px » :
Zone à l'intérieur de l'enveloppe =
« non dangereux »



« px » :

de zone 1 à "non
dangereux"

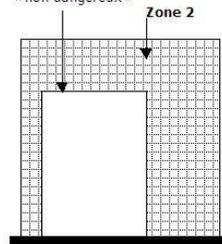
Enveloppe « py » :
Zone à l'intérieur de l'enveloppe =
« zone 2 »



« py » :

de zone 1 à zone 2

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



« 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

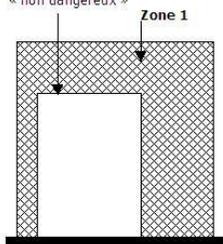
- Lorsque le **débit minimum** du gaz de protection est établi (La durée de balayage doit être augmentée du temps nécessaire pour réaliser le balayage du volume libre des canalisations associées qui ne font pas partie du matériel certifié, par une quantité de gaz de protection au moins égale à cinq fois 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**.



Action(s) en cas de panne de la pressurisation

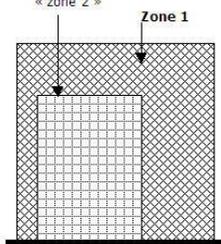
Enveloppe « px » :
Zone à l'intérieur de l'enveloppe =
« non dangereux »



« px » :

- alarme et mise HT

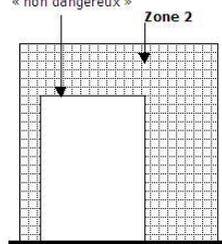
Enveloppe « py » :
Zone à l'intérieur de l'enveloppe =
« zone 2 »



« py » :

- alarme

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



« pz » :

- alarme





Règles applicables aux matériels « Poussières »



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



Catégories

Matériels pouvant être installés en	Catégories autorisées
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



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.



Températures de surface

- Tmax admissible = $\frac{2}{3} T_{nuage}$
- Tmax admissible = $T_{5mm} - 75^{\circ}\text{C}$
- Couches de poussières importantes
 - entre 5 et 50 mm réduction de Tmax
 - épaisseurs excessives : essais spéciaux pour déterminer Tmax



Nouveaux modes de protection « Poussières »

- Matériels « D » :
 - Protection par enveloppe « **tD** »
Ex tD (A ou B) 21 IP65 T225°C
 - Protection par pressurisation « **pD** »
Ex pD 21 IP65 T120°C
 - Protection par sécurité intrinsèque « **iD** »
Ex iaD 20 T120°C
 - Protection par encapsulage « **mD** »
Ex mD 20 T120°C





MODES DE PROTECTIONS DES MATERIELS ATEX NON ELECTRIQUES



Accessoires d'installation

Choix des matériaux

- Résistance aux chocs
raisonnablement prévisibles des
éléments de la machine
- Résistance à l'oxydation
- Résistance aux étincelles et au feu
- Charges électrostatiques : revêtement conforme aux dispositions
ATEX (épaisseur)/Mise à la terre
- Respect de la contenance massique pour certains matériaux (alu,
magnésium, zirconium, titane).



Accessoires d'installation

Ex : Préconisations pour un cache accouplement :



- Pas d'arrêtes vives ou saillies dangereuses
- Structures et assemblage stable, rigide et résistant aux déformations (essais mécaniques NF EN 1363-1)
- Utilisation de tôle ajourée de préférence (risque d'accumulation de gaz en cas de fuite garnitures)
- Passage à travers une ouverture $\leq 8\text{mm}$ (un doigt)
- Outil pour dépose et repose



Décharge d'électricité statique

Exigences pour les matériaux non-métalliques :

- Soit un choix convenable du matériau tel que la résistance d'isolement de l'enveloppe $< 1 \text{ Gohm}$
- Soit des dispositions très particulières définies dans la norme
- Soit en limitant les **surfaces** :

Catégorie	Surface projetée admise ^c		
	cm ²		
	IIA	IIB	IIC
1	50	25	4
2	100 ^a	100 ^a	20 ^a
3	pas de limite ^b	pas de limite ^b	pas de limite ^b

^a Lorsque l'utilisation prévue de l'appareil peut entraîner des décharges incendiaires fréquentes en fonctionnement normal, les critères pour les appareils de catégorie 1 doivent s'appliquer.

^b Lorsque l'utilisation prévue de l'appareil peut entraîner des décharges incendiaires fréquentes en fonctionnement normal, les critères pour les appareils de catégorie 2 doivent s'appliquer.

^c Surface projetée : pour les matériaux en feuille, la surface est définie par la surface (pouvant être chargée) exposée. Pour les objets saillants et incurvés, la surface est la projection de l'objet donnant sa surface maximale, c'est-à-dire l'ombre. Pour les matériaux longs et étroits tels que les câbles, les gaines ou les tuyaux, la taille maximale est définie par la dimension transversale (c'est-à-dire le diamètre pour les câbles, gaines ou tuyaux). Lorsqu'ils sont enroulés, il convient de les traiter comme une gaine.

NOTE Ces valeurs peuvent être multipliées par 4 si les surfaces planes exposées des plastiques sont entourées par des armatures conductrices mises à la terre.





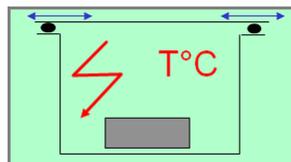
MODE DE PROTECTION *fr*



Mode de protection « *fr* » (NF EN 13463-2)

Mode de protection contre l'inflammation qui, à l'aide d'une enveloppe, abaisse à un niveau acceptable la probabilité de pénétration de l'atmosphère explosive environnante dans l'enveloppe de sorte que la concentration à l'intérieur de l'enveloppe se situe en dessous de la limite inférieure d'explosivité

- II 3 G *fr* T6



Ce mode de protection est limité au respect des exigences de la catégorie 3.

Mode de protection « fr »

Une atmosphère explosive autour d'une enveloppe peut y pénétrer sous l'influence de trois mécanismes principaux :

- ventilation
- égalisation des pressions entre l'intérieur et l'extérieur (respiration)
- diffusion

Un échange entre les atmosphères intérieur et extérieur à travers les joints ne se produit que s'il existe une **différence de pression** entre l'intérieur et l'extérieur.

Cette **différence de pression** peut être due à des **variations de température** et nécessite alors la «respiration» de l'enveloppe.



Mode de protection « fr »

La température de l'air moyennée à l'intérieur de l'enveloppe ne doit pas dépasser la température ambiante extérieure de plus de 10 K.

Les effets des changements de conditions atmosphériques, par exemple : le réchauffement direct par le soleil de l'extérieur de l'enveloppe ou un rapide refroidissement dû à des averses , doivent être pris en compte. Ils peuvent provoquer une variation de température plus importante que les 10 K autorisés

L'implantation d'une enveloppe à circulation limitée doit être réalisée suite à une analyse de risque des conditions environnantes.

- Conditions climatiques
- Process rayonnant
- Conduites chaudes à proximités





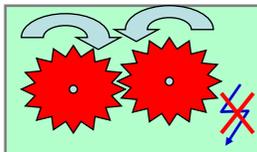
MODE DE PROTECTION c




Mode de protection « c » (NF EN 13463-5)

Mode de protection dans lequel **les sources d'inflammations sont évitées** grâce à des règles de **conception**, de construction, d'utilisation et de maintenance. Les mesures de construction sont appliquées de manière à protéger l'appareil contre toute inflammation générée par les **pièces mobiles**.

- II 2 GD c T4 (T135°C)






Mode de protection « c » (NF EN 13463-5)

Lubrification/refroidissement :

- L'alimentation en lubrifiant ne doit pas pouvoir être interrompue
- La quantité de lubrifiant doit être contrôlée
- TAI des lubrifiants > de 50 K température maximale de surface



Mode de protection « c » (NF EN 13463-5)

Pièces mobiles :

- **Dimensionnement des jeux** entre pièces mobiles non lubrifiées et pièces fixes ne permettant pas un contact par friction
- **Si lubrification nécessaire :**
 - lubrification par barbotage
 - ou graissage automatique
 - ou système de surveillance manuel /visuel
 - ou détection automatique avec alarme



Mode de protection « c » (NF EN 13463-5)

Paliers :

Les paliers constituent un point sensible de l'appareil. Eléments devant être pris en compte dans l'analyse de risque ainsi que dans le cadre de la maintenance :

- Palier conçu pour vitesse, T°, charge, variations de vitesse et de charge
- Durée de vie du palier
- Ajustage adéquat du palier dans logement et arbre (jeux C3/C4, type,...)
- Alignement correct
- Charges axiales et radiales (dilatation)
- Pénétration d'eau et de particules solides
- Courants électriques vagabonds
- Intervalles de maintenance
- Etc...

Le liquide de lubrification peut être le liquide de process.



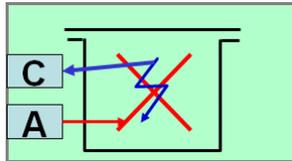
MODE DE PROTECTION b



Mode de protection « b » (NF EN 13463-6)

Mode de protection comportant des **Capteurs intégrés** détectant les sources d'inflammation et **déclenchant des Actions** empêchant les sources d'inflammation de devenir actives :

- II 2 GD b T4 (T135°C)



Mode de protection « b » (NF EN 13463-6)

Paramètres de contrôle :

- **Température** de fonctionnement normal et surtension maximale admissible
- **Pression** de fonctionnement normal et surpression maximale admissible
- **Vibrations** normales et maximales admissibles
- **Quantité** normale et **débit** minimal du liquide de refroidissement
- **Usure** maximale admissible sur des garnitures de frein ou d'embrayage
- **Niveau** normal et niveau minimal du lubrifiant
- **Alignement** normal et défaut d'alignement maximal



Mode de protection « b » (NF EN 13463-6)

Système de prévention de l'inflammation (SPI) :

Lorsque le système de prévention de l'inflammation est un dispositif lié à la sécurité, il doit **fonctionner indépendamment** des commandes de fonctionnement **normales** de l'appareil qu'il protège.



Mode de protection « b » (NF EN 13463-6)

Niveaux de prévention de l'inflammation (NPI) :

- **NPI 1** : **composant éprouvé** qui empêche la source de devenir effective ou avertissement et dont on vérifie le fonctionnement en maintenance périodique
- **NPI 2** : **composant éprouvé** qui empêche la source de devenir effective et qui **en présence d'un défaut** ne perd pas sa fonction, dont on vérifie fréquemment le fonctionnement en maintenance périodique



Mode de protection « b » (NF EN 13463-6)

Les **SPI** doivent satisfaire aux **NPI** requis en fonction des catégories de l'équipement à protéger ou faire l'objet d'une évaluation :

Source d'inflammation	Cat. 3	Cat. 2	Cat. 1
En fonctionnement normal	NPI 1	NPI 2	
En cas de dysfonctionnement prévisible	Non applicable	NPI 1	NPI 2
En cas de dysfonctionnement rare	Non applicable	Non applicable	NPI 1



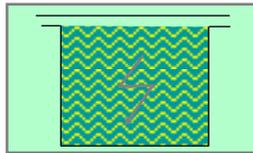
MODE DE PROTECTION k



Mode de protection « k » (NF EN 13463-8)

Mode de protection dans lequel les sources potentielles d'inflammation sont rendues inactives ou sont séparées de l'atmosphère explosive, soit en les **immergeant totalement dans un liquide de protection**, soit en les **immergeant partiellement** et en **recouvrant continuellement leurs surfaces actives** d'un liquide de protection :

- II 2 GD k T4 (T135°C)



Mode de protection « k » (NF EN 13463-8)

- L'enveloppe doit résister à la pression de service
- **Desserrages accidentels des fixations** internes et externes rendus impossibles (rondelle de blocage, scellement de filetage)
- Le liquide peut être un **liquide inflammable**, à partir du moment où il ne crée pas une ATEX
- Équipements de **contrôle de niveau ou pression/débit**





REGLES D'INSTALLATIONS ET DE MAINTENANCE DES MATERIELS ATEX NON ELECTRIQUES



Exigences pour les matériels non électriques

- Le référentiel **SAQR-ATEX** s'applique à la réparation, la révision, la remise en état et la modification du **matériel certifié ou agréé** utilisable en atmosphères explosibles construit soit suivant les spécifications techniques françaises, soit suivant les normes harmonisées (ancienne approche) ou soit suivant la directive 94/9/CE (nouvelle approche).



L'objectif du référentiel étant de garantir que le mode de protection conforme aux exigences essentiels de la directive 94/9/CE d'un équipement n'a pas été dégradé et est toujours opérationnel.



Exigences pour les matériels non électriques

Dans le cas des matériels non-électriques, non conformes à la directive 94/9/CE mais validés par le Document Relatif à la Protection Contre les Explosions de l'utilisateur (article R. 232-12-29 du code du travail – directive 1999/92/CE) seuls sont autorisés les cas de réparation et de révision suivants, effectués selon les règles de l'art :

- - La réparation, révision ou la remise en état est réalisée à l'identique,
- - La réparation, révision ou la remise en état entraîne une modification. Cette modification doit être validée par une instruction écrite de l'utilisateur.
- - La réparation suivant les instructions précises de l'utilisateur, conformément à l'évaluation de risques validée par le DRPCE.

Le matériel, une fois réparé, ne pourra être plaqué donc certifié SAQR-ATEX



Les spécifications techniques Saqr-ATEX

- Pour les interventions sur **des équipements non-électriques** installés en ATEX, elles comprennent :
 - des règles de **bonnes pratiques** pour les interventions sur les organes élémentaires de la mécanique (changement d'un roulement, d'une garniture, etc.)
 - des règles spécifiques aux modes de protection « **fr** », « **c** », « **b** », « **d** » « **k** » **et les ventilateurs**



Dans tous les cas il est préférable
d'obtenir les informations, les plans,
les pièces, les composants du
constructeur.

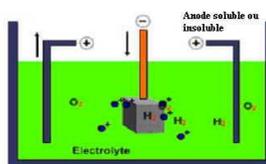


Techniques de remise en état

- La métallisation
- Le dépôt électrolytique
- Le chemisage/bagage
- Le soudage/brasage
- L'usinage
- Le taraudage



Ces techniques de remise en état peuvent être mises en œuvre
sous conditions et conformément au référentiel Saqr-Atex.



● Métal ●⁺ Ion Métallique

Confection de pièces

Si le constructeur n'existe plus et qu'il est impératif de fabriquer la pièce de rechange (**cela doit rester dans le domaine de l'exceptionnel**), la procédure suivante devra être respectée.

- Recherche des **caractéristiques** de la pièce (certification, mode de protections, etc.)
- Recherche des **plans de la pièce** (dossier technique, organisme notifié, etc.)
- **Analyse matière** de la pièce à fabriquer
- **Réalisation** d'un **plan coté**
- Demande conseil à un **organisme notifié**
- Conception à **l'identique** de la pièce
- **Essais du mode de protection** conformément à la norme ATEX de fabrication d'origine
- Etablissement d'un **dossier de modification**



Pose et dépose du matériel

- Réalisées selon les préconisations du constructeur
- Nettoyer les pièces après démontage avec un produit adapté
- Réaliser un lignage soigné et adapté
- Veiller à l'accostage, à la pose ou au scellement des organes d'entraînement
- S'assurer que les dispositifs de mise à la terre et des liaisons équipotentielles sont en bon état
- Assurer la continuité électrique entre toutes les parties métalliques ainsi que la mise à la terre avant mise ou remise en service (vérification visuelle et si nécessaire mesure physique).



Pose et dépose du matériel

- Respecter scrupuleusement les procédures de démarrage
- Si la notice d'instruction du constructeur prévoit des contrôles périodiques (vibrations, T°, etc...), ils devront être réalisés lors de la remise en service.

Ex : Prescription constructeur (compresseur) :

6 - PRESCRIPTIONS GENERALES

Toutes les précautions doivent être prises pour éviter le mélange de l'air atmosphérique avec le gaz à comprimer. Ne pas omettre de faire une purge à l'azote après chaque visite (démontage des soupapes par exemple) nécessitant l'ouverture des parties sous gaz.



Jeux

Les jeux entre les pièces **mobiles non lubrifiées** et les pièces **fixes** doivent être vérifiés de manière à **éviter le contact** par friction.

Il convient de se référer à la notice d'utilisation et d'entretien du constructeur.



Les garnitures mécaniques

Causes principales de défaillance

Fuite de la garniture au démarrage

Éclats ou rayures sur le joint secondaire, au cours du montage.
Taux de serrage du joint secondaire.

La garniture fuit goutte à goutte ou grince en cours de fonctionnement

Liquide de la garniture vaporisant au niveau des faces de frottement.
Quantité insuffisante de liquide pour lubrifier les faces de la garniture.

Courte durée de vie de la garniture

Le fluide est abrasif et provoque une usure excessive des faces du joint
Garniture fonctionnant à une température élevée par rapport à la température du fluide à étancher.
Machine décentrée
Défaillance du ressort.
Détérioration du matériel due à l'érosion.
Corrosion des mécanismes d'entraînement.
Défaillance des joints toriques, due au vieillissement.
Attaque chimique.



Les garnitures mécaniques

Les matériaux utilisés ont été définis par le constructeur en fonction des **caractéristiques du fluide process** (viscosité, pouvoir lubrifiant, pression de service, etc.) mais également des **modes de fonctionnement** de l'équipement (vitesse, diamètre, régimes transitoires, fonctionnement à sec, etc.)

Leur remplacement ne peut être réalisé que par des **pièces d'origines** ou bien suite à une réévaluation des risques du constructeur.



Les garnitures mécaniques, vérifications

Avant et au démarrage puis pendant le fonctionnement du matériel :

- Sens de rotation
- Absence de fuite
- Quench (limitation fuites) bien disposé et alimenté
- Flushing (fonction de refroidissement) bien disposé ou en service
- Absence de vibrations, bruit, échauffements anormaux
- Alimentation des circuits auxiliaires
- Paramètres de fonctionnement



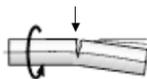
Interventions sur les arbres

Bien qu'il soit préférable d'obtenir des pièces neuves du constructeur, un arbre peut être **réusiné voir refait** selon ses **plans d'origine**.

La matière, **les plans et cotes** d'usinages (états des surfaces, congés, jeux et tolérances) doivent **être respectés**.

S'assurer que l'arbre (la matière) à bien **été détentionné**.

La **rectitude** ainsi que le **battement ou fond rond** du bout d'arbre doivent être contrôlés.



Interventions sur les roulements

Lors du **démontage des roulements**, une attention particulière doit être portée sur les **jeux de fonctionnements de la machine**.

Si une **modification du type de roulement** est nécessaire, dans le cadre d'une maintenance corrective par exemple, celle-ci devra s'effectuer en **concertation avec le fournisseur**, le constructeur de l'équipement et l'utilisateur.

Toujours s'assurer du bon fonctionnement du système de graissage



Ism-ATEX

Interventions sur les roulements

Les roulements représentent près de **70% des dysfonctionnements** dits mécaniques. Ces dysfonctionnements sont **sources d'inflammation** lorsque ceux-ci se produisent en zone ATEX.

Causes principales de défaillance

- Surchauffe

- Charge, Lubrification, usure, vibration, montage, pollution, lignage

- Etincelles

- Courants de circulation, phénomènes électrostatiques, phénomènes électromagnétiques (induction).

- Flamme vive

- Réaction chimique du lubrifiant, TAI lubrifiant non adapté, surchauffe dépassant la TAI du lubrifiant



Ism-ATEX

Interventions sur les roulements

Origine des dysfonctionnements

- **Choix** : lors de la conception ou lors du remplacement
- Défaut de **fabrication**
- Problèmes de **transport** (choc, vibration, environnement, etc.)
- **Stockage** (vibration, propreté, emballage, température, empilage, manipulation, etc.)
- **Montage** (Jeux et tolérances (ne pas confondre jeu de construction et jeu de fonctionnement), chocs physique et/ou thermique, propreté)
- **Installation** et exploitation **sur site** (lignage, dilatations, environnement, vibrations, vitesse, charges, fréquence de démarrage, etc.)
- **Lubrification** : Compatibilités, périodicité, quantités, procédure de graissage, caractéristiques du lubrifiant, attention aux palier dit lubrifiés à vie.



Interventions sur les roulements

Les **roulements** ne sont pas techniquement **réparables**.

Ceux-ci, considérés comme pièces d'usures, doivent être remplacés par des roulements **neufs « identiques »**.



-Le **stockage** des roulements doit être **maitrisé**. Ceux-ci doivent être maintenus dans leur emballage d'origine non ouvert (oxydation). Durée du stockage **3 à 5 ans** maximum

-La **dimension** du roulement doit être **approprié** afin de ne pas modifier le joint antidéflagrant une fois le remontage effectué. Les jeux internes et tolérances au roulement (C3, C4, etc.) ne doivent pas être modifiés sans l'accord du constructeur.

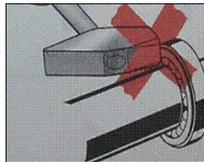
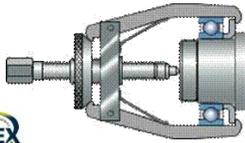
-Le **graissage** des roulements doit être effectué avec une graisse **compatible** avec celle utilisée par **l'utilisateur**.

Un excès ou un manque de graissage sont tout aussi nocifs.



Interventions sur les roulements

- Démontage du roulement de l'arbre :
 - UTILISER LES OUTILS ADÉQUATS POUR CETTE OPÉRATION;
 - FAIRE ATTENTION POUR NE PAS ENDOMAGER L'ARBRE EN PARTICULIER SUR LES JOINTS ANTI-DÉFLAGRANTS
 - VÉRIFIER S'IL Y A DES PROBLÈMES (COUPS, CORROSION OU AUTRES) SUR L'ARBRE
 - Toujours remplacer les bagues d'étanchéité du moteur
 - Attention à la température de chauffe des roulements lors du démontage (ne pas abimer ou fragiliser l'arbre)



Ne jamais taper
directement sur
le roulement

Interventions sur les roulements

- Il est recommandé **d'éviter de toucher** les roulements avec les **mains** et d'utiliser des gants propres pour les manipulations.
- Les phénomènes de **dilatations** doivent être connues et **maitrisés**.
- Lors du montage, il faudra éviter les **sur-températures**. Dans la mesure du possible, le procédé de chauffe doit s'effectuer en l'absence de flamme (privilégier la chauffe par induction).



Interventions sur les roulements

Roulement
COA

Symptôme :
frottement sur alésage de roulement à contact oblique.

Fretting

Cause : ajustement insuffisant.

Contre-mesure : vérifier l'ajustement.

Roulement
CA

A - Ø flasque	150,02	Jeu	0,02	C - Ø flasque	150,02	Jeu	0,02
A - Ø roulement	150			C - Ø roulement	150		
B - Ø arbre	80,03	Jeu	-0,03	D - Ø arbre	80,03	Jeu	-0,03
B - Ø roulement	80			D - Ø roulement	80		

Interventions sur les roulements

Grippage

Symptôme :
piste décolorée, particules de cage collées sur piste.

Cause : lubrification insuffisante.

Contre-mesure : amélioration de la lubrification.

Usure anormale

Symptôme :
rayures sur piste.

Cause : glissement des rouleaux par excès de lubrifiant.

Contre-mesure : améliorer la lubrification, vérifier le jeu des roulements.

Fretting

Symptôme :
fretting sur l'alésage.

Cause : vibrations.

Contre-mesure : vérifier l'ajustement.

Joint d'étanchéité

Causes principales de défaillance

Déformation

- Mauvais choix de matière
- Non-respect des bonnes conditions de stockage
- Non-respect des bonnes conditions de montage
- Lignages défectueux
- Contraintes excessives
- Pression ou température excessive

Echauffement

- Conditions de service hors de la plage prévue
- Fonctionnement à sec
- Vitesse excessive
- Ventilation défectueuse
- Lubrification insuffisante
- Lubrification excessive
- Serrage du joint excessif
- Détérioration dans le temps



Joint d'étanchéité

Les **joint d'étanchéité** ne sont pas techniquement **réparables** (ex : joint torique) Ceux-ci doivent être remplacés par des joint **neufs**.

- Le **stockage** des joint d'étanchéité doit être **maitrisé**, (stockage à plat pour éviter les déformations.

- Protection **chimiques** et environnementale (vieillessement, durcissement, etc.).

- La **dimension** du joint doit être **approprié** afin de ne pas modifier le joint antidéflagrant une fois le remontage effectué.



Jointes d'étanchéité

Les **instructions de montage**, indiquées par le fabricant, doivent être lues et respectées.

Toutes les **surfaces** soumises à contraintes doivent être **propres**.

Les **faces de joint** peuvent être contaminées par des fragments de l'ancien joint qui doivent être enlevés avant l'installation du nouveau joint.

Avant montage, il conviendra de contrôler l'**aspect de ces surfaces porteuses**. Elles ne doivent présenter **aucun défaut** (rayures, déformations, etc.).

Les **tolérances géométriques** des surfaces porteuses (planéité, parallélisme, etc...) doivent être **contrôlées**.

Lors du montage, on **protégera le joints** des arrêtes coupantes et on n'utilisera pas d'outils inappropriés (tournevis...)



Peinture

- Les finitions de surface telle que la peinture peuvent influencer sur la **classe de température** et sur le **risque électrostatique**.

⇒ Qualité peinture

⇒ Éviter les surépaisseurs :

- **2 mm** dans les ATEX dues à des produits des subdivisions **I IA** et **I IB** ou poussière

- **0,2 mm** dans les ATEX dues à des produits de la subdivision **I IC**



Penser au traitement préalable anticorrosion ...



MODE DE PROTECTION « d »

Si un joint antidéflagrant doit être remis en état, et en l'absence de plans indiquant les interstices utilisés par le constructeur, il convient que les réparateurs utilisent les valeurs guides données dans le tableau ci-après.

Les **interstices endommagés** sur du matériel installé dans un environnement nécessitant un matériel de **groupe IIC**, ne peuvent **pas être remis en état** si les valeurs de construction des joints, issues des essais de certification, ne sont **pas connues précisément** (sauf essais de validation du caractère antidéflagrant réalisés par une station d'essais)



MODE DE PROTECTION « d » remise en état

Détermination de l'interstice maximal pour remise en état	
Condition	Interstice maximal
Le réparateur dispose des documents spécifiant les cotes de construction utilisées à l'origine.	Utiliser les valeurs spécifiées dans ces documents
Les dimensions correspondantes ont été relevées avec précision à partir d'un matériel identique neuf ou non endommagé.	Utiliser les valeurs déterminées par les mesures
Autres conditions pour un matériel construit avant ou selon la génération D de la norme EN 50018 ²	Tous types de joint Utiliser les valeurs spécifiées dans la norme d'origine
Autres conditions ¹ pour un matériel construit après la génération D de la norme EN 50018 ²	Joints cylindriques pour arbres de machines tournantes avec paliers à roulements Utiliser 80% de la valeur spécifiée dans l'édition en cours de la norme EN 60079-1
	Joints à emboîtement ou cylindriques (autres que pour arbres de machines tournantes) Utiliser 60% de la valeur spécifiée dans l'édition en cours de la norme EN 60079-1
	Joints plans Utiliser 40% de la valeur spécifiée dans l'édition en cours de la norme EN 60079-1



MODE DE PROTECTION « d » remise en état

Nature de l'avarie	Localisation	Réparation / Mode opératoire
Rayure ou corrosion (Rugosité Ra > 6,3 µm)	Joint antidéflagrant plan ou cylindrique	<ul style="list-style-type: none"> Profondeur < 0,2 mm : <i>Effectuer une abrasion¹</i> Profondeur comprise entre 0,2 et 3 mm : <i>Suivant le cas, effectuer un usinage² ou un brasage³</i> <p>NOTE : Dans tous les cas, l'épaisseur de matière d'une paroi antidéflagrante ne doit pas diminuer en deçà de 7%.</p>
Déformation (Surface plane)	Joint antidéflagrant plan	<ul style="list-style-type: none"> La déformation est < 1 % (1 mm pour 100 mm) : <i>Redresser, si possible, la pièce à la presse</i> <p style="text-align: center;">OU</p> <p><i>Effectuer un usinage de la pièce dans la limite des 7% en épaisseur comme définie ci-dessus</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Déformation > 1 % : <i>Remplacer la pièce</i>

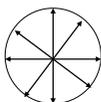


Voir spécifications techniques SAQR-ATEX pour tableau complet selon les cas à considérer



MODE DE PROTECTION « d » relevés

Le contrôle des joints antidéflagrants sera réalisé en 4 points afin de détecter une éventuelle ovalisation :



Interstice = diamètre maxi de l'alésage – diamètre mini de l'emboîtement mâle

Désignation des joints	Repère	Longueur du joint (mm)	Volume estimé (cm ³)	Valeurs mesurées (mm)	Jeu mesuré (mm)	Jeu réf (mm)	Observations
∅ Flasque / Flasquette	COA "B"	34	1000	40,03	0,15	0,17	Ok
∅ Arbre		34		39,88			
∅ Flasque / Flasquette	CA "G"	34	1000	40,07	0,27	0,17	A reprendre
∅ Arbre		34		39,8			
∅ Flasque	COA "A"	25	1000	100,05	0,25	0,15	A reprendre
∅ Carcasse		25		99,8			
∅ Flasque	CA "H"	25	1000	100,03	0,13	0,15	Ok
∅ Carcasse		25		99,9			



Mode de protection « k »

- Utilisation du liquide de protection **spécifié par le fabricant**.
- Maîtrise de la qualité du lubrifiant suivant les spécification du constructeur (chromatographie, pollution, dilution)
- **Niveaux maximal et minimal** ou pressions maximale et minimale ou le débit du liquide de protection.
- **Viscosités** maximale et minimale du liquide
- S'assurer du **fonctionnement** de toute buse, pulvérisation ou de tout dispositif permettant de créer le revêtement afin d'assurer une protection maximale.
- L'état des **joints** assurant l'étanchéité du liquide de protection.



Mode de protection « k »

Vérifier que le **dispositif de surveillance**, l'**indicateur** ou la **jauge** installé sur l'appareil permettent d'indiquer les niveaux maximal et minimal ou, la **pression** et le **débit** du liquide de protection.

Vérifier la **présence** du moyen prévu (ex : scellement des **filetages**, **rondelles de blocage**, **plombage des têtes de boulons**, etc..) pour éviter le **desserrage accidentel** des fixations externes et internes associées aux couvercles qui donnent accès au liquide de protection.



Mode de protection « b »

Les équipements (**instrumentation**) assurant le contrôle de la source d'inflammation doivent être **contrôlé conformément à leur modes de protections** et au référentiel SAQR-ATEX.

Les **réglages ou les caractéristiques** de fonctionnement du capteur et du système de prévention de l'inflammation doivent être **contrôlés** en tenant compte des phénomènes d'hystérésis

Il convient de se référer à la **notice d'utilisation** et d'entretien du constructeur. Ses instructions doivent être strictement respectées notamment la périodicité des vérification des SPI.



Les ventilateurs

- Vérifier périodiquement les niveaux de bruit, de température et de vibration (usure et fissures paliers, courroies, entraînement et joints flexibles)
- Assurer un **nettoyage interne périodique** permettant de retirer tous les dépôts de poussières
- Remplacer les pièces d'usure bien avant l'échéance de leur durée de vie théorique (**maintenance préventive**)
- Inspecter les pales (nuisance équilibrage)
- Vérifier la tension des courroies et l'adéquation des paliers (force radiale)





INSPECTION ET ENTRETIEN **Des installations en zone ATEX**



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)

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 desserrées,...). 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		X
10	Les surfaces des joints plans sont propres et non endommagées et les garnitures éventuelles sont satisfaisantes	X					X				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)

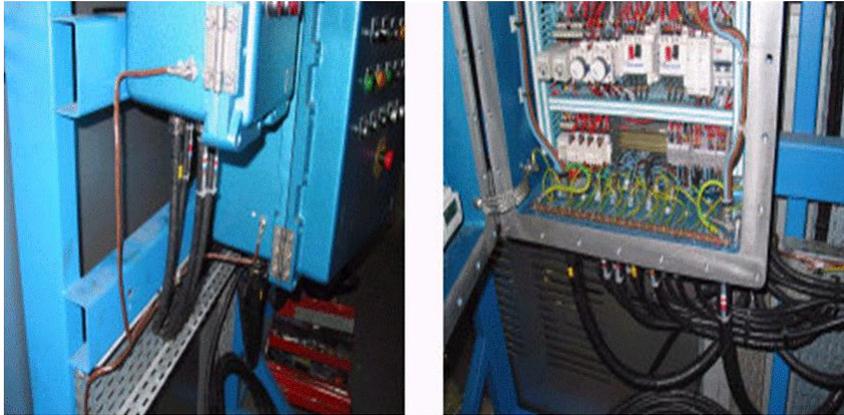
Exigences relatives à l'entretien :

- Pas de modification sans l'avis du constructeur
- Remplacement des pièces à l'identique
- Réparation et remise en état du matériel conformément au référentiel Saqr-ATEX.
- 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)

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 »

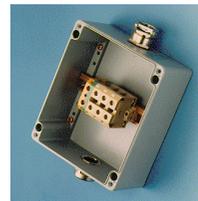
Caisse à outils :

- Explosimètre
- Historique maintenance et not
- 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 :

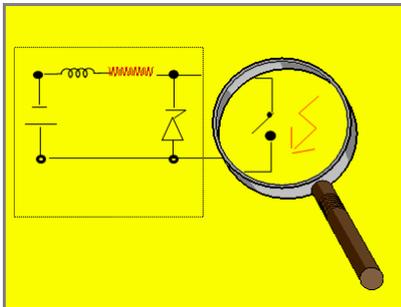


- Explosimètre
- Historique maintenance et notice constructeur
- Appareil de mesure approprié pour la vérification de l'instrumentation (seuils de déclenchement, hystérésis, etc.)



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)

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 matériels et machines tournantes non électriques

Principaux éléments de construction à l'origine des sources d'inflammation potentielles :

- **Etanchéités**
- **Paliers**
- **Transmissions**
- **Accouplements, embrayages, freins**



Source : EUREKA



Source : EUREKA



Source : EUREKA



Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

- **Friction** : usure, cavitation, fonctionnement à sec, survitesse, surcharge, défaut de lubrification/graisage
- **Impact** : corps étrangers, chocs mécaniques
- **Surface chaude** : sortie obstruée, température de fluide
- **Décharge électrostatique** : écoulement de fluides ou de produits pulvérulents



Source : INBUREX



Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

Usure

- **Mesures de protection** :
 - Utilisation correcte et intervalles réguliers de maintenance avec suivi et mise à jour des historiques machines
 - Utilisation de joints d'étanchéité frottants constitués en PTFE, graphite ou céramique (éviter les métaux légers)
 - Témoins d'usure remplaçables
 - Peinture ou revêtement adapté pour lutter contre la corrosion
 - Permutation des équipements



Source : EUREKAc



Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

Cavitation

➤ **Mesures de protection :**

- Respect des instructions d'installation
- Faible vitesse de circulation des fluides dans les tuyauteries
- Faible valeur de tension de vapeur des produits véhiculés



Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

Fonctionnement à sec

➤ **Mesures de protection :**

- Mesure et détection de niveau
- contrôleur de débit, de température ou de pression
- anti-marche à sec
- instructions de service



Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

Défaut de lubrification/graissage

➤ **Mesures de protection :**

- Respect des instructions du constructeur
- Indicateurs de niveau d'huile
- Contrôle de température ou de pression d'huile et sécurité de température sur les paliers lubrifiés



Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

Surcharge

➤ **Mesures de protection :**

- Respect des instructions de service
- Moyen de désaccouplement
- Vitesse périphérique < 1 m/s
- Contrôleur de rotation
- Inspection régulière et/ou surveillance des paliers
- Contrôle en température des paliers non accessibles
- Utilisation de garnitures mécaniques avec liquide de barrage



Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

Survitesse

➤ **Mesures de protection :**

- Respect de la vitesse de rotation maximale fixée par le constructeur
- Vérification périodique de la fréquence et du voltage indiqués sur le moteur dans les conditions réelles d'utilisation
- Relais thermique
- Contrôleur de rotation

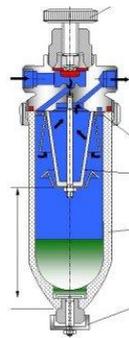


Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

Corps étrangers

➤ **Mesures de protection :**

- Filtre ou crépine
- Crible magnétique
- Degré d'étanchéité IP de l'équipement



Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

Choc mécanique

➤ **Mesures de protection :**

- Teneur en masse de magnésium des matériaux constitutifs de l'enveloppe < 7,5 %
- Jeu minimal de 2 mm entre pièces mobiles et pièces fixes et au moins égal à 1/100 du diamètre de la pièce en mouvement
- Limiter les vitesses à moins de 1 m/s
- Intervalles réguliers de contrôle, d'entretien et de maintenance
- Instructions de service importantes pour la sécurité



Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

Fonctionnement contre une sortie obstruée

➤ **Mesures de protection :**

- Respect des instructions d'utilisation
- By-pass
- Limiteur de pression, soupape
- Pressostat



Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

Température de fluide

➤ Mesures de protection :

- Respect des instructions d'utilisation
- $T < 0,8 \cdot T_{AI}$
- Balayage à l'azote avant et après utilisation si $T > 0,8 \cdot T_{AI}$
- Dispositif de refroidissement
- Réglage correct des soupapes de protection ou des sécurités thermiques des lignes de traçage



Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

Limitation des charges électrostatiques

Matériaux non conducteurs

- #### **➤ Utilisation de matériaux solides dissipateurs** (entre 10^6 et 10^9 ohms/m)

Rappel

- Matériaux conducteurs : $< 10^3$ ohms/m
- Matériau semi-conducteur : entre 10^3 ohms/m et 10^6 ohms/m
- Matériau dissipateur : entre 10^6 ohms/m et 10^{10} ohms/m
- Matériau isolant : $> 10^{10}$ ohms/m



Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

Limitation des charges électrostatiques

Matériaux non conducteurs

➤ **Surface plastique maximale admissible (cm²) :**

	IIA	IIB	IIC
Zone 0	50	25	4
Zone 1	100	100	20
Zone 2	Pas de restrictions		



Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

Limitation des charges électrostatiques

Matériaux non conducteurs

➤ **Diamètre maximal admissible des tuyaux, gaines, etc. (cm)**

	IIA	IIB	IIC
Zone 0	0,3	0,3	0,1
Zone 1	3	3	2
Zone 2	Pas de restrictions		



Inspection et entretien des matériels et machines tournantes non électriques

Limitation des charges électrostatiques

Matériaux non conducteurs

➤ **Épaisseur maximale** des revêtements isolants de conducteur :

IIA	IIB	IIC
2 mm	2 mm	0,2 mm



Interventions et travail en zone ATEX



Interventions et travail en zone ATEX

- Respect des **procédures d'intervention** du site
- **Permis et autorisations de travail** nécessaires
- L'intervention, les équipements et l'outillage utilisés **ne doivent pas créer de sources d'inflammation** (étincelles électriques, mécaniques, etc.) ...

... Si c'est néanmoins le cas :

- Autorisation écrite du responsable de l'emplacement nécessaire (permis de feu)
- Contrôle permanent de l'atmosphère obligatoire
- Ventilation, dégazage si nécessaire



Interventions et travail en zone ATEX

Port des EPI adaptés
(**vêtements et chaussures
antistatiques, etc.**)



**Port des EPI
+ vêtements antistatiques**



Interventions et travail en zone ATEX

Équipements utilisés pour l'intervention

- Ils doivent être protégés, certifiés et adaptés à la zone d'utilisation.



Interventions et travail en zone ATEX

Matériel électrique personnel

- Montre à quartz : peut être tolérée en zone
- Autres matériels **interdits**, à moins d'une d'une évaluation spécifique (aides auditives, télécommande, etc.)



Interventions et travail en zone ATEX

Interventions électriques en présence de tension

- Un matériel électrique contenant des **parties sous tension** (non de sécurité intrinsèque « ia » ou « ib ») ne doit pas être ouvert en présence d'une ATEX
 - **Limiter l'intervention aux seuls circuits de sécurité intrinsèque**
- OU**
- **Contrôle permanent de l'atmosphère** (autorisation écrite du responsable de l'emplacement nécessaire)
 - + **soufflage** selon les cas (batterie interne, condensateurs, coupure non réalisable, etc.)



Les normes applicables



Les normes

Matériels électriques en ATEX poussières (D) :

	Anciennes normes	Normes actuelles
Règles générales	EN61241-0	EN60079-0 (2010)
Mode de protection tD	EN 61241-1	EN 60079-1
Mode de protection pD		E,61241-4
Mode de protection mD		EN61241-18
Mode de protection iD		EN61241-11
installation, entretien des matériels	EN 50281-1-2	EN61241-14
inspection et maintenance		EN61241-17
Équipement de détection et mesure des gaz inflammables sélection, installation, utilisation et maintenance		EN 60079-29-2



Les normes

Règles de construction des matériels non électriques :

modes de protection

- Prévention et protection contre l'explosion EN 1127-1
- Règles générales EN 13463-1 et EN 60079-0 (élect)
- Sécurité de construction « c » EN 13463-5
- Surpression interne « p » EN 60079-2
- Immersion dans un liquide « k » EN 13463-8
- Enveloppe antidéflagrante « d » EN 13463-3
- Contrôle de la source d'inflammation « b » EN 13463-6
- Enveloppe à circulation limitée « fr » EN 13463-2





Marquages / Normes CEI / EN

Les nouvelles normes vont supprimer le « E » de « Européen »

Protection contre les explosions

~~E~~X

*

*

*

Mode de protection	Norme	Catégorie
o - immersion dans l'huile	EN 60079-6	M2 - 2
p - surpression interne	EN 60079-2	M2 - 2
q - remplissage pulvérulent	EN 60079-5	M2 - 2
d - enveloppe antidéflagrante	EN 60079-1	M2 - 2
e - sécurité augmentée	EN 60079-7	M2 - 2
i - sécurité intrinsèque	EN 60079-11	ia M1 - 1 ib M2 - 2
m - encapsulage	EN 60079-18	M2 - 2
n - mode de protection n	EN 60079-15	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
IIIB	- Ethylène
IIC	- Hydrogène - Acétylène

Marquage matériels

Metrox
2 rue pierre Villard
92400 Villepinte
CE 0080
OST 820
N° de série : 125478
1999
Ex II 2 G
EEx d IIB T4
INERIS 98ATEX0123 X
.....



Marquage composants

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



**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 LÜNEN



SWU 15/34/98
N° de série : 45367
2000

 II 2 G c T4



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

CE 080

ABCD

rue de Paris
75101 Paris
type 2
n°série :1234
2003



II 1GD

IIB c/k T3 (T156°C)
INERIS 03ATEX0190 X

Le « / » entre les 2 modes de protection contre l'inflammation signifie qu'ils sont appliqués à la même source d'inflammation.

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

CE

ABCD

rue de Paris
75101 Paris
type 1
n°série :1235
2003



II 2GD

c k T3 (T156°C)
dossier n°4598-03 X

Il n'y a pas de « / » entre les 2 modes de protection contre l'inflammation lorsqu'ils sont appliqués à des sources d'inflammation différentes.

Nouvelle norme EN 60079-0

- Exemple de marquage

ATEX	EN 60079-0:2006	IEC 60079-0:2007	IEC alternate
 II 2(1) G	Ex d[ia IIC] IIB T6	Ex d[ia IIC Ga] IIB T6 Gb	Ex db[ia IIC] IIB T6
 II 2(1) D	Ex tD[iaD] A21 IP65 T120°C	Ex t[ia Da] IIIC T120 °C Db	Ex tb[ia] IIIC T120 °C
 II 1 G	Ex d+e IIB T4	Ex d+e IIB T4 Ga	<i>Non possible</i>
 II 2 G	Ex ia IIC T4	Ex ia IIC T4 Gb	Ex ib IIC T4
 II 2 G	Ex e II T4	Ex e IIC T4 Gb	Ex eb IIC T4

