

**BUREAU VERITAS EXPLOITATION**

Agence Normandie/Centre

Pôle maîtrise des risques

1 rue de Micy

45 380 La Chapelle Saint Mesmin

Affaire suivie par : Cédric TOUZEAU

Réf : n° 7047597-1

**FONTAAS & Cie**

189, rue d'Aubervilliers

CAP 18 - Voie A – Bâtiment 2

75018 PARIS

A l'attention de Philippe LOUVRIER

Tél. 01.40.35.61.42


e-mail : plouvrier@agatha.fr



## **RECOMMANDATIONS DE ZONAGE ATEX**

### **LIGNE DE TRAITEMENT DE SURFACE**

#### **FONTAAS – PARIS (75018)**

<b>INDICE</b>	0		
<b>DATE</b>	28/07/2017		
<b>EMETTEUR</b>	Cédric TOUZEAU Ingénieur Sécurité		
<b>EMARGEMENT</b>			

---

## SOMMAIRE

---

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>3</b>
1.1. CONTEXTE .....	3
<b>2. Descriptif des installations et process concernés</b> .....	<b>4</b>
2.1. DESCRIPTION GENERALE DE L'ACTIVITE DU SITE .....	4
2.2. LISTE DES BATIMENTS/ATELIERS/PROCESS CONCERNES PAR L'ATEX .....	4
2.3. MISE EN ŒUVRE DES MATIERES EXPLOSIBLES .....	5
2.3.1. CARACTERISTIQUES D'EXPLOSIVITE DES VAPEURS INFLAMMABLES .....	5
2.3.2. RAPPEL CONCERNANT LES SOURCES DE DEGAGEMENT DE VAPEUR .....	5
2.4. METHODOLOGIE DE ZONAGE .....	6
2.4.1. CLASSEMENT DE ZONE GAZ ET VAPEUR .....	6
2.4.2. CLASSEMENT DE ZONE POUSSIERES .....	6
2.4.3. PRESENTATION DES TABLEAUX DE ZONAGE .....	6
<b>3. Recommandations de Classement des zones ATEX</b> .....	<b>8</b>
<b>4. Conclusion / recommandations</b> .....	<b>11</b>
<b>5. ANNEXES</b> .....	<b>12</b>
5.1. : CLASSEMENT DE ZONE SELON LA NORME EN 60070-10 : 2009 .....	12
5.2. : DETERMINATION DU DEGRE DE VENTILATION .....	13
5.3. RAPPELS SUR LE CADRE LEGAL .....	15
5.3.1. ASPECTS DE LA REGLEMENTATION EUROPEENNE EN VIGUEUR DANS LES ZONES A RISQUE D'EXPLOSION .....	15
5.3.2. APPAREILS DESTINES A ETRE UTILISES EN ATMOSPHERE EXPLOSIBLE .....	16
5.3.3. LES NORMES DE CONSTRUCTION EUROPEENNES (OU CEI) .....	17
5.3.4. NOTIONS GENERALES SUR LA DEFINITION DE ZONES ATEX .....	19

---

# 1. INTRODUCTION

---

---

## 1.1. CONTEXTE

---

La société FONTAAS, située à Paris (75), rue d'Aubervilliers, a consulté BUREAU VERITAS EXPLOITATION afin de réaliser le classement de zones ATEX de sa ligne de traitement de surface.

Une visite du site a eu lieu le 4 juillet 2017 en compagnie de M. LOUVRIER, Responsable de la société FONTAAS.

Les documents remis par le client sont :

- Compositions de certains bains de traitement,
- Plan masse de la ligne de traitement de surface.

L'objet de la prestation confiée à BUREAU VERITAS EXPLOITATION est de fournir à FONTAAS des recommandations concernant le classement des zones ATEX de l'installation concernée mentionnée ci-dessus.

La démarche comprend deux étapes :

- 1) Analyse fonctionnelle des process, permettant de préciser l'ensemble des paramètres susceptibles d'avoir une influence sur le risque d'apparition de gaz ou de vapeurs explosives dans les installations concernées,
- 2) Identification des "zones explosibles" au sens de la réglementation ATEX (zone 0, zone 1, zone 2,) en s'appuyant sur l'analyse effectuée au préalable.

Le cadre légal « ATEX » est rappelé en annexe.

## **2. DESCRIPTIF DES INSTALLATIONS ET PROCESS CONCERNES**

---

***Note : Toutes les informations figurant dans le présent rapport, concernant l'installation et les processus de fabrication, nous ont été fournies par FONTAAS. La mise en œuvre des recommandations proposées dans ce rapport concernant le zonage est soumise au contrôle préalable par FONTAAS de la validité de ces informations.***

### **2.1. DESCRIPTION GENERALE DE L'ACTIVITE DU SITE**

---

La société FONTAAS est une industrie spécialisée dans le traitement de surface de bijoux de fantaisie par galvanoplastie.

La galvanoplastie est une technique électrolytique d'orfèvrerie servant à la reproduction d'objets en utilisant un moule relié au pôle négatif d'une pile et qui se recouvre alors d'une couche de métal.

### **2.2. LISTE DES BATIMENTS/ATELIERS/PROCESS CONCERNES PAR L'ATEX**

---

Les installations concernées par le présent rapport sont uniquement celles relatives à la ligne de traitement de surface.

## 2.3. MISE EN ŒUVRE DES MATIERES EXPLOSIBLES

L'objet de ce chapitre est de recenser l'ensemble des produits inflammables mis en œuvre au niveau du site et pris en compte dans le cadre de cette étude. Pour chacun de ces produits, les principales caractéristiques représentatives du caractère inflammable du produit seront rappelées.

### 2.3.1. CARACTERISTIQUES D'EXPLOSIVITE DES VAPEURS INFLAMMABLES

Les produits mis en œuvre dans la formulation des bains de traitement ne sont pas inflammables. Seul l'hydrogène, dégagé lors des électrolyses, a des caractéristiques inflammables, présentées dans le tableau ci-dessous :

Nom des produits	Point éclair (°C)	T°C d'auto inflammation (c°)	Limite inférieure d'explosivité (LIE)	Limite supérieure d'explosivité (LSE)	Densité de vapeur	Groupe de gaz	Classe de T°C
Hydrogène	Gaz	571°C	4 %vol	75 %vol	0,07	IIC	T1

ND : Non Disponible/ Non Défini ; NA : Non applicable

### 2.3.2. RAPPEL CONCERNANT LES SOURCES DE DEGAGEMENT DE VAPEUR

D'une manière générale la quantité de vapeur dégagée à la surface d'un liquide inflammable (et donc sa propension à engendrer une atmosphère explosive) dépend de la surface de liquide en contact avec l'air et de la pression de vapeur du liquide considéré à la température ambiante.

Le critère usuellement utilisé pour évaluer le risque de dégagement repose sur le point éclair. En effet, dans le cas d'un liquide au repos, une atmosphère explosive ne peut apparaître que si le point éclair est inférieur à la température maximale envisageable du liquide inflammable. Et, plus le point éclair est bas par rapport à la température du liquide, plus grande sera l'étendue de la zone inflammable engendrée.

Cependant, il est à noter que si le liquide inflammable est présent sous forme de brouillard ou de très fines gouttelettes de telle sorte que sa surface d'échange avec l'air soit considérablement accrue (en particulier dans le cas de pulvérisation haute pression - > 10 bar), une atmosphère explosive peut être produite à une température inférieure au point éclair.

## 2.4. METHODOLOGIE DE ZONAGE

### 2.4.1. CLASSEMENT DE ZONE GAZ ET VAPEUR

Pour les zones gaz et vapeur, le classement de zone s'appuie sur la norme EN 60079-10 : 2009 et la définition de 3 paramètres : degré de dégagement, degré de ventilation et disponibilité de la ventilation. Cette démarche de classement de zone est présentée en 5.1.

### 2.4.2. CLASSEMENT DE ZONE POUSSIÈRES

Pour les zones poussières, le classement de zone s'appuie sur la norme EN 61241-10 : 2009 et la définition du degré de dégagement.

### 2.4.3. PRESENTATION DES TABLEAUX DE ZONAGE

Fiche N° : <b>1</b>		Localisation : <b>2</b>		Processus ou équipement : <b>3</b>		Matières inflammables : <b>4</b>	
Références :							
Mise en œuvre des matières inflammables :							
Description de la ventilation : <b>6</b>							
Dégagement				Ventilation		Classement de zone	
<b>7</b> Source de dégagement	G/D	<b>8</b> Systèmes de sécurité vis à vis du risque d'explosion	<b>9</b>	Degré de dégagement : C – 1 <sup>er</sup> – 2 <sup>e</sup>	Type de ventilation : N – A	<b>10</b>	<b>11</b> Degré de ventilation
						<b>12</b>	<b>13</b> Disponibilité de ventilation
						<b>14</b>	<b>15</b> Niveau de zone
						<b>16</b>	<b>17</b> Etlendue de la zone
							<b>18</b> Groupe de gaz
							Classe de température
							Observations

- N° de la fiche
- Bâtiment/Local dans lequel se trouve l'installation étudiée
- Dénomination du processus ou de l'équipement étudié
- Liste des principales matières inflammables mises en œuvre
- Référence des normes, guides, textes utilisés pour le classement de zone
- Mise en œuvre des matières inflammables : description de la façon dont sont manipulées, stockées, transportées les matières inflammables en mentionnant les paramètres susceptibles d'avoir une influence sur le zonage. Description de la ventilation permettant de justifier la disponibilité et le degré de la ventilation (N°12 et 13)
- Description de la source de dégagement
- G** : dégagement de gaz, vapeurs, brouillards. **D** : dégagement de poussières
- Description des éventuels systèmes de sécurité vis-à-vis du risque d'explosion et pouvant avoir un impact sur le zonage
- Degré de dégagement **C** : degré continu – **1<sup>er</sup>** : degré premier – **2<sup>e</sup>** : degré deuxième
- Type de ventilation : **A** : artificielle / **N** : naturelle
- Degré de ventilation (non applicable pour les poussières) : **Haut, Moyen ou Faible**. Voir Annexes.

13. Disponibilité de ventilation (non applicable pour les poussières) : Bon, Assez Bon ou Médiocre. Voir Annexes
14. Niveau de zone : 0, 1 ou 2 pour les gaz / 20, 21 ou 22 pour les poussières
15. Etendue de la zone dangereuse : description du volume en zone ATEX
16. Groupe de gaz : IIA, IIB ou IIC pour les gaz et vapeurs (non applicable pour les poussières)
17. Classe de température (T1 : 450°C / T2 : 300°C / T3 : 200°C / T4 : 135°C / T5 : 100°C / T6 : 85°C ou température réelle pour les poussières)
18. Observations éventuelles.

### 3. RECOMMANDATIONS DE CLASSEMENT DES ZONES ATEX

#### Préambule :

Le site accueille un atelier de 200 m<sup>2</sup> de galvanoplastie. Il est dédié à l'application électrolytique de couches de métal sur des moules pour bijouterie fantaisie. Lors de l'électrolyse, les réactions provoquent un dégagement d'hydrogène, gaz inflammable.

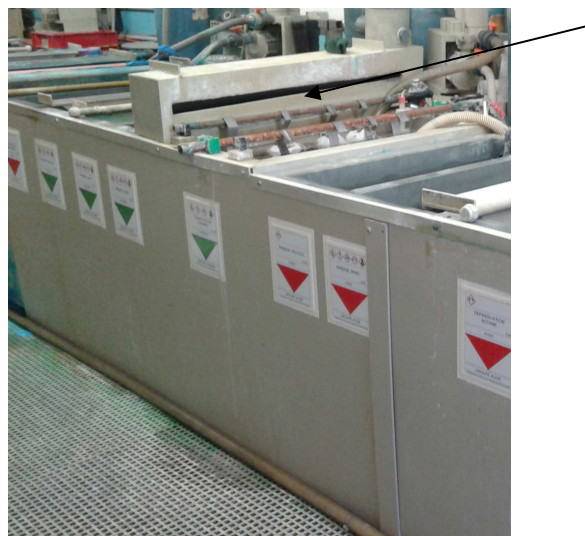
Le process consiste à tremper les moules mis sur cadre dans des bains successifs avec, entre chacun de ces bains, 3 bains de rinçage. La mise en place du cadre de trempe est réalisée manuellement, et le temps de trempe est de l'ordre de quelques minutes. Les pièces composées étant des bijoux fantaisie, les surfaces et tailles des pièces restent minimales, nécessitant une activité électrolytique réduite, et un dégagement d'hydrogène présent mais faible.

Les bains de traitement bénéficient d'une ventilation à la source des vapeurs cyanurées et acides.

Les photographies suivantes permettent de visualiser la ligne de traitement de surface et le mode de ventilation à la source des bains de traitement.



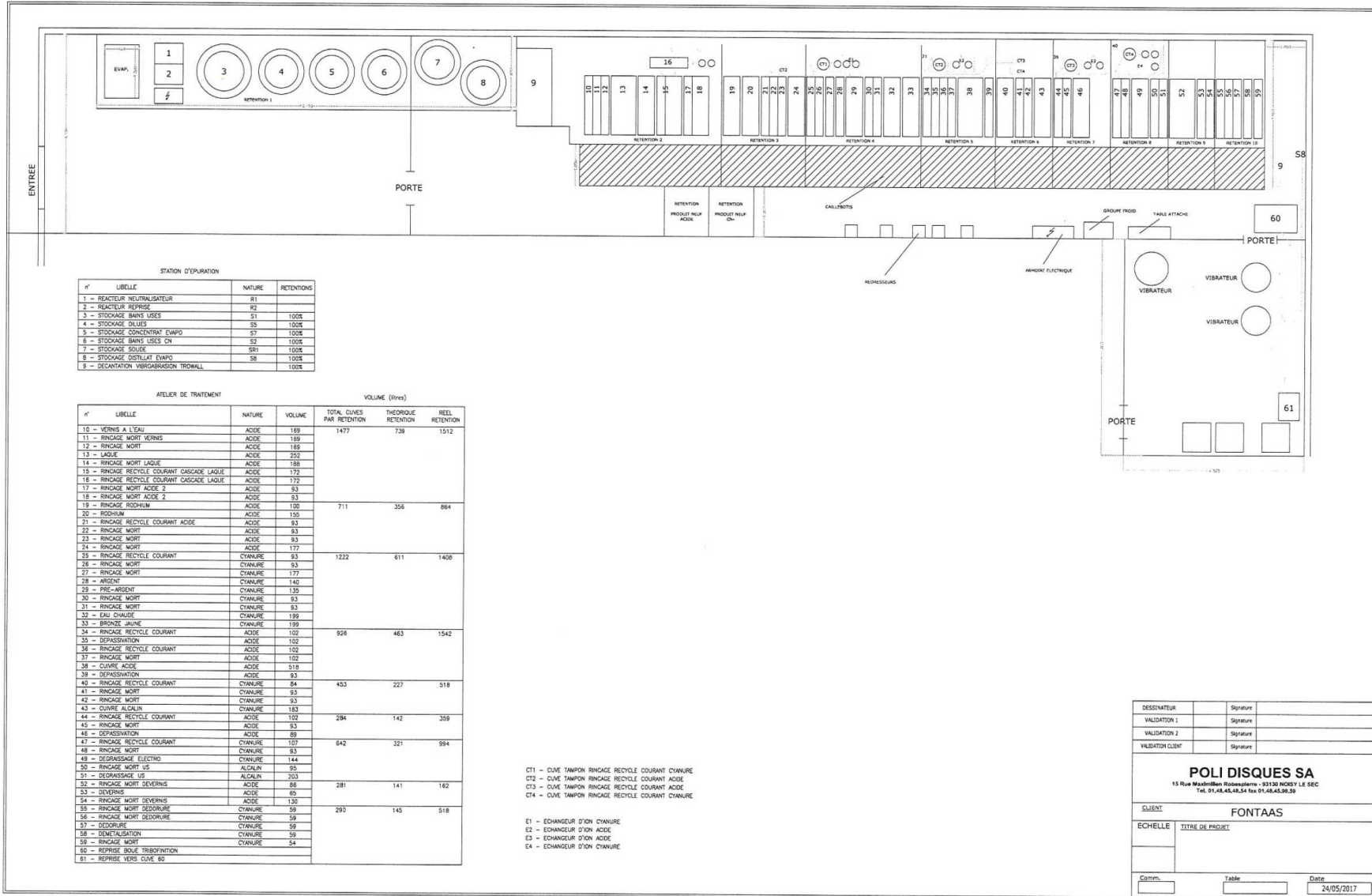
*Ligne de traitement de surface*



*Exemple d'aspiration à la source au-dessus d'un bain de traitement.*

Le plan en page suivante permet de visualiser le process.







<b>Fiche N° :</b>	1	<b>Localisation :</b>	Ligne de traitement de surface	<b>Process ou équipement :</b>	Bains de traitement	<b>Matières inflammables :</b>	Dégagement d'hydrogène
<b>Références :</b>	Norme EN 60079-10 : 2009 ;						
<b>Mise en œuvre des matières inflammables :</b>							
L'atelier de galvanoplastie est dédié à l'application électrolytique de couches de métal sur des moules pour bijouterie fantaisie. Lors de l'électrolyse, les réactions provoquent un dégagement d'hydrogène, gaz inflammable.							
Le process consiste à tremper les moules mis sur cadre dans des bains successifs avec, entre chacun de ces bains, 3 bains de rinçage. La mise en place du cadre de trempage est réalisée manuellement, et le temps de trempage est de l'ordre de quelques minutes. Les pièces composées étant des bijoux fantaisie, les surfaces et tailles des pièces restent minimales, nécessitant une activité électrolytique réduite, et un dégagement d'hydrogène présent mais faible. Un dégagement d'hydrogène pouvant atteindre une concentration dans l'air à hauteur de 4% vol (= LIE de l'hydrogène), à la surface des bains, est improbable.							
Les bains de rinçage sont constitués d'eau déminéralisée et n'ont pas d'activité électrolytique. Ils sont exclus de facto de la démarche ATEX.							
<b>Description de la ventilation :</b>							
Les bains de traitement bénéficient d'une ventilation à la source des vapeurs cyanurées et acides. Il permet également de capter les dégagements d'hydrogène. Son débit d'extraction n'est pas connu.							
Les bains ne sont pas coiffés de couvercles qui auraient pu créer une « poche » d'hydrogène captive.							

Dégagement				Ventilation			Classement de zone				
Source de dégagement	G/D <sup>(1)</sup>	Systèmes de sécurité vis à vis du risque d'explosion	Degré de dégagement : C - 1 <sup>er</sup> - 2 <sup>e</sup> <sup>(2)</sup>	Type de ventilation : N - A <sup>(3)</sup>	Degré de ventilation	Disponibilité de ventilation	Niveau de zone	Etendue de la zone	Groupe de gaz	Classe de température	Observations
Captage d'hydrogène Gainages d'extraction – aspiration des vapeurs des bains	G	Néant	2 <sup>e</sup>	A	Moyen	Assez bon	Z2	Z2 : intérieur des gaines d'aspiration	IIC	T1	-
Dégagement d'hydrogène en phase de traitement électrolytique Surface des bains de traitement.	G	Néant	1 <sup>er</sup>	N	Moyen	Assez bon	Hors Zone Dangereuse	Hors Zone Dangereuse	-	-	Hors zone dangereuse du fait de la très faible quantité d'hydrogène dégagée lors des phases électrolytiques.

## 4. CONCLUSION / RECOMMANDATIONS

---

La présente étude a permis de recommander le classement des zones à risque d'explosion (zones ATEX) préconisé pour la ligne de traitement de surface sur le site FONTAAS de Paris (75018).

L'activité électrolytique ne permettra pas un dégagement d'hydrogène tel qu'il puisse atteindre la LIE de l'hydrogène (4% vol) à la surface des baignoires. Les zones ATEX se limitent à l'intérieur des gaines d'aspiration.

## 5. ANNEXES

### 5.1. : CLASSEMENT DE ZONE SELON LA NORME EN 60070-10 : 2009

Le classement en zones dangereuses s'appuie sur la définition de trois paramètres : le degré de dégagement, le degré de ventilation et la disponibilité de la ventilation.

- *Le degré de dégagement* caractérise la probabilité de présence d'une atmosphère explosive gazeuse (dégagement susceptible ou non de se produire en fonctionnement normal). La norme EN 60079-10 : 2009 définit 3 degrés de dégagement : continu, premier et deuxième.
- *La disponibilité d'une ventilation* caractérise le fait qu'elle fonctionne ou non en permanence. Il existe 3 seuils de disponibilité définis par la norme EN 60079-10 : 2009 : bon, assez bon, médiocre.
- *Le degré de ventilation par rapport à une source de dégagement* : caractérise l'aptitude de la ventilation à diluer un dégagement de gaz ou vapeurs inflammables. Il existe 3 degrés définis par la norme EN 60079-10 : 2009 : haut, moyen, faible.

Degré de dégagement	Ventilation						
	Degré						
	Haut			Moyen		Faible	
	Disponibilité						
	Bon	Assez bon	Médiocre	Bon	Assez bon	Médiocre	Bon, assez bon ou médiocre
<b>Continu</b>	(Zone 0 EN) Zone non dangereuse <sup>a</sup>	(Zone 0 EN) Zone 2 <sup>a</sup>	(Zone 0 EN) Zone 1 <sup>a</sup>	Zone 0	Zone 0 + Zone 2	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
<b>Premier</b>	(Zone 1 EN) Zone non dangereuse <sup>a</sup>	(Zone 1 EN) Zone 2 <sup>a</sup>	(Zone 1 EN) Zone 2 <sup>a</sup>	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 ou zone 0 <sup>(c)</sup>
<b>Deuxième<sup>b</sup></b>	(Zone 2 EN) Zone non dangereuse <sup>a</sup>	(Zone 2 EN) Zone non dangereuse <sup>a</sup>	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 1 et même zone 0 <sup>(c)</sup>

NOTE 1 : «+» signifie « entouré par ».

NOTE 2 : Il convient de prendre particulièrement soin d'éviter les situations où des emplacements fermés contenant des sources de dégagements de deuxième degré peuvent être classés en zone 0. Ceci s'applique également aux petits emplacements non purgés et aux emplacements non pressurisés, par exemple tableaux de bord ou enveloppes de protection climatiques des instruments, enveloppes chauffées isolées thermiquement ou espaces fermés entre les installations des tuyauteries et l'enveloppe de l'isolation thermique. Il convient que de telles enveloppes soient préférablement fournies avec au moins quelques ouvertures situées de manière appropriée qui permettront le mouvement de l'air sans difficulté à l'intérieur. Là où cela n'est pas possible, pas pratique ou souhaitable, il convient de faire un effort pour conserver les sources potentielles de dégagement en dehors des enveloppes, par exemple il convient que les connexions de tuyauteries soient gardées en dehors des enveloppes d'isolation de même que tout autre équipement qui peut être considéré comme source potentielle de dégagement.

NOTE 3 : Il convient que les sources de dégagement primaires ou continues ne soient, de préférence, pas situées dans des emplacements avec un faible degré de ventilation. Il convient que d'autres sources soient localisées, à nouveau, il convient d'améliorer la ventilation ou de diminuer le degré de dégagement.

NOTE 4 : Il convient que la somme de dégagement des sources avec une activité régulière (par exemple très prévisible) soit basée sur une analyse détaillée des procédures de fonctionnement. Par exemple, il convient que *N* sources de dégagement avec un mode commun de dégagement soient normalement considérées comme une source unique de dégagement avec *N* différents points de décharge.

<sup>a</sup> Zone 0 EN, 1 EN ou 2 EN indique une zone théorique dont l'étendue serait négligeable dans les conditions normales.

<sup>b</sup> L'emplacement en zone 2 créé par un dégagement de deuxième degré peut dépasser celui qui est attribuable à un dégagement de premier degré ou de degré continu; dans ce cas, il convient de prendre la plus grande distance.

<sup>c</sup> Sera zone 0 si la ventilation est si faible et le dégagement tel qu'en pratique une atmosphère explosive soit présente de façon pratiquement permanente (c'est-à-dire que la situation est proche d'une situation d'absence de ventilation).

## 5.2. : DETERMINATION DU DEGRE DE VENTILATION

La ventilation est un paramètre influant sur le développement, l'étendue et la persistance d'atmosphères explosives suite à un rejet de vapeurs ou de gaz inflammables dans l'air. Dans chacune des pièces où des produits inflammables sont mis en œuvre, la ventilation va donc faire l'objet d'une étude spécifique qui permettra de quantifier 2 de ses caractéristiques telles qu'elles sont définies dans la norme NF EN 60079-10 : 2009 : la disponibilité et le degré.

- La disponibilité d'une ventilation caractérise le fait qu'elle fonctionne ou non en permanence. Il existe 3 seuils de disponibilité définis par la norme NF EN 60079-10 : 2009 : bon, assez bon, médiocre.
- Le degré par rapport à une source de dégagement : Le volume théorique d'atmosphère potentiellement explosive autour de la source de dégagement (noté Vz) peut être estimé.

Le volume théorique Vz sert d'indication pour le volume de l'enveloppe inflammable d'une source de dégagement sans que cette enveloppe représente nécessairement le volume de l'emplacement dangereux. Tout d'abord, la forme du volume hypothétique n'est pas définie et sera influencée par les conditions de ventilation (voir en B.4.3 et B.5 de la norme). Le degré et la disponibilité de la ventilation et des variations possibles de ces paramètres influenceront la forme du volume hypothétique. Deuxièmement, il faudra définir le positionnement de ce volume par rapport à la source de dégagement. Cela dépendra essentiellement de la direction de la ventilation, le volume hypothétique étant porté dans la direction vent arrière. Troisièmement, dans certaines situations, on doit tenir compte de la possibilité des directions diverses de la ventilation et de la pression (ou densité relative) du gaz ou de la vapeur. De ce fait le volume de l'emplacement dangereux d'une source de dégagement sera de manière générale très supérieur au volume théorique Vz.

Pour obtenir le volume théorique (voir équation B.4), il faut en premier lieu établir le débit de ventilation minimal théorique d'air frais pour diluer un dégagement donné de matière inflammable jusqu'à la concentration requise inférieure à la limite inférieure d'explosivité. Cela peut se calculer grâce à la formule suivante (B.1) :

$$(dV / dt)_{\min} = \frac{\left( \frac{dG}{dt} \right)_{\max}}{k \times LEL_m} \times \frac{T}{293}$$

Où :  $(dV/dt)_{\min}$  est le débit volumétrique minimal d'air frais (volume par temps, m<sup>3</sup>/s) ;

$(dG/dt)_{\max}$  est le taux de dégagement maximal à la source (masse par temps, kg/s) ;

$LEL_m$  est la limite inférieure d'explosivité (masse par volume, kg/m<sup>3</sup>) ;

k est un facteur de sécurité appliqué à la  $LEL_m$  ; typiquement :

- k = 0,25 (pour les dégagements de degré continu et de premier degré) ;

- k = 0,5 (pour les dégagements de deuxième degré) ;

T est la température de l'air dans le local [°K].

NOTE 1 : Pour convertir la  $LEL_v$  (vol %) en  $LEL_m$  (kg/m<sup>3</sup>), on peut utiliser la formule suivante valable dans les conditions atmosphériques habituelles définies dans le Domaine d'application de la présente norme :

$$LEL_m = 0,416 \times 10^{-3} \times M \times LEL_v$$

Où : M est la masse moléculaire (en kg/kmol).

La relation entre la valeur calculée  $(dV/dt)_{\min}$  et le taux réel de ventilation dans le volume considéré ( $V_0$ ) à proximité du dégagement peut être exprimée par le volume ( $V_k$ ).

NOTE 2 : Il convient que le facteur de sécurité  $k = 1,0$  soit normalement appliqué aux valeurs obtenues par expérience, aux données des constructeurs pour des dispositifs spécifiques à partir desquels une matière inflammable peut être déchargée dans l'atmosphère, ou aux calculs pertinents basés sur des données d'entrée fiables. Pour toutes les autres données obtenues par des méthodes fondées sur des hypothèses, il y a lieu qu'un coefficient de sécurité plus faible soit appliqué.

NOTE 3 : Lorsqu'il existe de multiples sources de dégagement dans le volume concerné par la ventilation considérée ( $V_0$ ), il est nécessaire de déterminer le débit volumétrique minimal d'air frais  $(dV/dt)_{\min}$  pour chaque source de dégagement et degré de dégagement. Les débits d'air sont ensuite additionnés conformément au Tableau B.2 de la norme (formule suivante B.2) :

$$V_k = \frac{\left( \frac{dV}{dt} \right)_{\min}}{C}$$

Où : C est le nombre de renouvellements d'air frais par unité de temps (s<sup>-1</sup>) et est donné par la formule suivante (B.3) :

$$C = \frac{\left( \frac{dV_0}{dt} \right)}{V_0}$$

Où :  $dV_0/dt$  est le débit total d'air frais à travers le volume considéré ;

$V_0$  est le volume total (sans contrôle de l'usine) concerné par la ventilation réelle à proximité du dégagement considéré.

NOTE 4 Pour des situations à l'intérieur des bâtiments,  $V_0$  sera généralement le volume de la pièce ou du bâtiment considéré à moins qu'il n'existe une ventilation particulière du dégagement pris en considération.

La formule (B.2) vaut pour le cas où il y aurait mélange instantané et homogène à la source de dégagement, pour des conditions idéales de circulation de l'air frais. En pratique, on ne rencontrera généralement pas de telles conditions idéales, par exemple du fait d'obstacles à la circulation de l'air, ce qui aura pour résultat que des parties de l'emplacement seront mal ventilées. De ce fait, le remplacement d'air effectif à la source de dégagement sera inférieur à celui qui est exprimé par C dans la formule (B.3), ce qui conduit à un volume ( $V_z$ ) plus grand. En introduisant une correction additionnelle (facteur de qualité f) à la formule (B.2), on obtient la formule suivante B.4 :

$$V_z = f \times V_k = f \times \frac{\left( \frac{dV}{dt} \right)_{\min}}{C}$$

Où : f est l'efficacité de la ventilation en termes de dilution de l'atmosphère explosive et va de  $f = 1$  (situation idéale) à, typiquement,  $f = 5$  (circulation de l'air gênée par les obstacles).

## 5.3. RAPPELS SUR LE CADRE LEGAL

### 5.3.1. ASPECTS DE LA REGLEMENTATION EUROPEENNE EN VIGUEUR DANS LES ZONES A RISQUE D'EXPLOSION

Le classement de zones présentant un risque au regard des explosions est pris en considération dans la réglementation européenne au travers de la **Directive 1999/92/CE** du Conseil intitulée : « Prescriptions minimales visant à assurer la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'explosion ». Cette directive est applicable à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2003, et sa transcription dans le droit français fait l'objet des textes suivants :

- Décret n° 2002-1553 du 24 décembre 2002 relatif aux dispositions concernant la prévention des explosions applicables aux lieux de travail
- Décret n° 2002-1554 du 24 décembre 2002 relatif aux dispositions concernant la prévention des explosions que doivent observer les maîtres d'ouvrage lors de la construction des lieux de travail
- Arrêté du 8 juillet 2003 relatif à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosive.
- Articles R 4227-46 à R 4227-48 du Code du Travail
- Décret n° 2001-1016 du 5 novembre 2001 portant création d'un document relatif à l'évaluation des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs

Ces différents textes imposent les prescriptions principales suivantes :

- l'employeur doit mener une **analyse des risques** spécifiques créés par les atmosphères explosibles en tenant compte de la probabilité d'apparition et de persistance d'atmosphères explosibles, de la probabilité d'avoir des sources d'inflammations actives, des installations, des substances utilisées, des procédés et de leurs interactions éventuelles et de l'étendue des conséquences prévisibles,
- l'employeur subdivise les emplacements potentiellement explosibles en **six niveaux de zones** (3 pour les gaz ou vapeurs explosibles, 3 pour les poussières explosibles) en s'appuyant sur les résultats de l'analyse de risques,
- l'employeur **signale** ces emplacements si nécessaire,

Les six types de zones à risque d'explosion sont définis comme suit :

- **Zone 0** : Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est présente en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.
- **Zone 1** : Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.
- **Zone 2** : Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou, si elle se présente néanmoins, elle n'est que de courte durée.

Des **prescriptions minimales** de sécurité s'appliquent aux emplacements classés en zones ainsi qu'aux appareils situés en dehors de ces zones, qui ont une incidence sur la sécurité. Les prescriptions minimales de sécurité comportent :

- des **mesures organisationnelles** : formation, procédures, ...,
- des **mesures de protection** contre les explosions : évacuation ou confinement des substances combustibles, choix du matériel utilisé dans les zones à risque, prise en compte de l'électricité statique,
- les critères de **choix du matériel installé** en zones (cf. directive 94/9/CE exposée au chapitre 1.2).

Enfin, la directive impose l'édition par l'employeur d'un **document relatif à la protection contre les explosions** qui contient :

- le compte rendu de l'analyse de risques,
- les mesures adoptées pour atteindre l'objectif de prévention,
- le classement des zones,
- les emplacements où s'appliquent les prescriptions minimales de prévention

### **5.3.2. APPAREILS DESTINES A ETRE UTILISES EN ATMOSPHERE EXPLOSIBLE**

La réglementation européenne impose des prescriptions concernant les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosible, au travers de la **Directive 94/9/CE** du Conseil, devenue obligatoire à compter du 01 juillet 2003.

La directive s'applique au **matériel électrique et non électrique destiné à être utilisé aussi bien en présence de gaz explosifs que de poussières** pouvant présenter un risque au sens des atmosphères explosibles. De plus, la directive s'applique aussi bien aux industries minières qu'aux industries de surface. Plus précisément, la directive s'applique aux matériels suivants :

- appareils : machines, matériels, ...,
- systèmes de protection : dispositif de décharge, de surpression des explosions, ...,
- composants : pièces à fonction non autonome, bornes, ...,
- dispositifs de sécurité de contrôle et de réglage destiné à être utilisés en dehors d'atmosphères explosibles mais qui sont nécessaires à la sécurité vis à vis des explosions : relais, barrières, pressostats, thermostats, ...



La directive 94/9/CE précise les catégories de matériels pouvant être utilisés dans les différentes zones présentant un risque du point de vue des explosions selon les prescriptions de la directive 99/92/CE :

Niveau de protection	Catégorie	Manière d'assurer la protection	Conditions d'exploitation
Très élevé	<b>1</b>	2 moyens indépendants d'assurer la protection ou la sécurité, même en cas de 2 pannes simultanées indépendantes	L'équipement reste sous tension et continue à fonctionner dans les <b>zones 0, 1, 2 et/ou 20, 21, 22</b>
Elevé	<b>2</b>	Adaptée à une exploitation normale et à des perturbations survenant fréquemment ou aux équipements pour lesquels les défauts de fonctionnement sont normalement pris en compte	L'équipement reste sous tension et continue à fonctionner dans les <b>zones 1, 2 et/ou 21, 22</b>
Normal	<b>3</b>	Adaptée à une exploitation normale	L'équipement reste sous tension et continue à fonctionner dans les <b>zones 2 et/ou 22</b>

Enfin, la directive 94/9/CE précise la **responsabilité du constructeur**. Celui-ci est ainsi tenu de :

- analyser si son produit est soumis à la directive 94/9/CE,
- déterminer les exigences qui lui sont applicables,
- concevoir et construire le produit conformément aux exigences essentielles de santé et de sécurité fixées par la directive,
- respecter la procédure d'évaluation de la conformité aux exigences essentielles de santé et de sécurité fixées par la directive.

Pour satisfaire aux exigences de la directive il est absolument nécessaire de réaliser une analyse de risque, dont l'objectif est de prévenir la mise en présence d'une atmosphère explosible et de sources potentielles d'inflammation, et, si une explosion se produit quand même, de l'arrêter immédiatement ou d'en limiter les conséquences.

### 5.3.3. LES NORMES DE CONSTRUCTION EUROPEENNES (OU CEI)

Il existe 8 modes de protection faisant l'objet de normes harmonisées pour les matériels électriques fonctionnant en atmosphère explosible gaz, désignés respectivement par les lettres « d », « i », « e », « p », « o », « q », « m », « n ». Ces modes de protection sont décrits par les normes européennes : NF EN 50014 à NF EN 50021, NF EN 50028, EN 50 039, EN 50 050 et NF EN 50-053 qui permettent la délivrance de certificats. Des règles générales, communes à tous les modes de protection, sont contenues dans la première norme EN 50 014.

Le tableau ci-dessous résume les principes techniques des différents modes de protection et réfère les normes correspondantes :

Mode de protection	Norme Harmonisée	Commentaire	Présomption de conformité pour la catégorie :
Règles générales	NF EN 50014		
Immersion dans l'huile « o »	NF EN 50015	Matériel électrique immergé dans l'huile de telle sorte que l'atmosphère explosible se trouvant au dessus du niveau d'huile ne puisse pas s'enflammer.	2
Suppression interne « p »	NF EN 50016	La pénétration d'une atmosphère environnante à l'intérieur du matériel électrique est empêchée par le maintien à l'intérieur de l'enveloppe d'un gaz de protection à une pression supérieure à celle de l'atmosphère environnante.	2
Remplissage pulvérulent « q »	NF EN 50017	L'enveloppe du matériel est remplie de matériau pulvérulent de manière telle que dans les conditions d'emploi prévues, un arc se produisant à l'intérieur de l'enveloppe ne puisse pas provoquer l'inflammation de l'atmosphère explosible. L'échauffement ne doit pas non plus provoquer l'inflammation.	2
Antidéflagrant « d » dit « ADF »	NF EN 50018	Les pièces qui peuvent enflammer l'atmosphère explosible sont enfermées dans une enveloppe qui résiste à la pression développée lors d'une explosion et empêche la transmission de l'explosion à l'atmosphère explosive environnante	2
Sécurité augmentée « e »	NF EN 50019	Des mesures sont appliquées 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.	2
Sécurité intrinsèque « i »	NF EN 50020	Circuit dans lequel aucune étincelle ni aucun effet thermique produit dans les conditions d'épreuve (fonctionnement normal et cas de défaut) n'est capable de provoquer l'inflammation de l'atmosphère explosible.	1 ou 2
Sécurité en fonctionnement normal « n »	NF EN 50021	Mode de protection dérivé des autres modes évoqués dans ce tableau, avec des contraintes moindres, permettant de garantir l'absence d'arcs, d'étincelles ou de surfaces chaudes en fonctionnement normal.	3
Encapsulage « m »	NF EN 50028	Mode protection dans lequel les pièces qui pourrait provoquer l'inflammation par des étincelles ou des échauffements sont enfermées dans un « compound » de sorte à rendre l'inflammation impossible.	2

Concernant le matériel non-électrique, les prescriptions minimales applicables ainsi que les modes de protections sont décrits dans les normes NF EN 13463-1 à NF EN 13463-8 :

- NF EN 13463-1. Prescriptions générales et méthodologie d'analyse de risque
- NF EN 13463-2. Protection par enveloppe à circulation limitée ('fr')
- NF EN 13463-3. Protection par enveloppe antidéflagrante ('d')
- NF EN 13463-4. Protection par sécurité intégrée ('g')
- NF EN 13463-5. Protection par sécurité de construction ('c')
- NF EN 13463-6. Protection par contrôle des sources d'inflammation ('b')
- NF EN 13463-7. Protection par pressurisation ('p')
- NF EN 13463-8. Protection par liquide d'immersion ('k')

#### **5.3.4. NOTIONS GENERALES SUR LA DEFINITION DE ZONES ATEX**

La délimitation de zones ATEX telles que définies par la réglementation (cf. §1) doit reposer sur une analyse de risque, qui nécessite la prise en compte de nombreux paramètres, en particulier :

- Les sources de dégagement : réservoirs, événements, conteneurs ouverts, fosses, caniveaux non étanches, raccords, regards en verre, cuvette de rétention
- Les produits : caractéristiques physiques et chimiques, point éclair, température d'auto-inflammation, densité, point d'ébullition, quantité
- Les conditions d'implantation : structure ouverte ou fermée, vidange, mode opératoire...
- Les conditions ambiantes : ventilation, conditions climatiques...

La définition de zones ATEX peut également se fonder sur les recommandations des textes suivants :

- Norme européenne EN 60079-10
- Norme européenne EN 61241-10
- NFPA 497 (National Fire Protection Association)
- API Recommended Practice 500 (American Petroleum Institute)
- Recommandation UIC (union des industries chimiques)
- Model Code of Safe Practice for the Petroleum Industry IP 15 (British Institute of Petroleum)