

Destinataire :
RPC – Montpont en Bresse (71)
M. BARBIER

RPC Site de Montpont en Bresse (71)

ASSISTANCE ATEX : Assistance à la rédaction du DRPE :

- **Classement des zones ATEX**
- **Adéquation du matériel**
- **Analyse des risques d'explosion**

Rapport N°2489716/1

VERSION	DATE D'EMISSION	AUTEUR
0	Aout 2012	K.PHILIPPE

BUREAU VERITAS – Agence Bourgogne/Franche Comté
16 bd Winston Churchill 21000 DIJON

Ce rapport est la propriété de Bureau Veritas. Il ne doit pas être stocké, reproduit ou diffusé sans autorisation préalable.

SOMMAIRE

1.	Introduction	4
2.	Documents de référence	5
3.	Analyse fonctionnelle au regard des ATEX	6
3.1	Description des installations.....	6
3.2	Installations non prises en compte dans l'étude	6
3.2.1	Les stockages en silos de matières premières	6
3.2.2	Le stockage d'encre et de solvant	6
3.3	Installations prises en compte	7
3.3.1	Produits inflammables mis en œuvre	7
4.	Classement des zones ATEX	8
4.1	Classement de zone gaz et vapeur	8
4.1.1	Définition des zones ATEX gaz et vapeur	8
4.1.2	Méthodologie de classement de zone.....	8
4.2	Classement de zone poussières.....	9
4.2.1	Définition des zones ATEX poussières.....	9
4.2.2	Méthodologie de classement de zone.....	9
4.3	Présentation des tableaux de zonage	11
4.4	Fiches de synthèse du classement des zones ATEX.....	12
5.	Adéquation de l'Installation vis-à-vis des zones ATEX	27
6.	Organisation du site au regard du risque d'explosion	31
6.1	Signalisation des emplacements dangereux.....	31
6.1.1	Exigences réglementaires.....	31
6.2	Les interventions et le travail en zone ATEX	32
6.2.1	Exigences réglementaires.....	32
6.3	Coordination avec les sous-traitants	33
6.3.1	Exigences réglementaires.....	33
6.4	Les vêtements de travail en zone ATEX	33
6.4.1	Exigences réglementaires.....	33
6.5	Formation et sensibilisation du personnel au risque d'explosion.....	33
6.5.1	Exigences réglementaires.....	33
6.6	Alarmes/ évacuation du site	34
6.6.1	Exigences réglementaires.....	34
6.7	La gestion des équipements en zone ATEX	35
6.7.1	Exigences réglementaires.....	35

7.	Analyse des risques d'explosion	37
7.1	Exigences réglementaires	37
7.2	Introduction.....	37
7.3	Méthode d'analyse du risque d'explosion.....	37
7.3.1	Méthodologie	37
7.3.2	Evaluation du risque d'explosion.....	38
7.4	Typologie des sources d'inflammation à prendre en compte.....	41
7.5	Analyse du risque d'explosion pour le site RPC de Montpont en Bresse (71).....	41
8.	Conclusions /recommandations.....	47
Annexe 1	: Classement de zone selon la norme EN 60079-10 -1 : 2009.....	48
Annexe 2	: Détermination du degré de ventilation	49
Annexe 3	: Rappels sur le cadre légal	51

1. Introduction

L'objet de la présente étude est de fournir les éléments constitutifs du « Document Relatif à la Protection contre les Explosions » requis par la réglementation ATEX, pour la société RPC Site de Montpont en Bresse (71).

En application de la réglementation ATEX, ce document a pour vocation de présenter une analyse des risques d'explosion et d'exposer les moyens de protection et de prévention mis en œuvre afin de maîtriser ce risque. Il consigne sous la forme d'un document unique l'ensemble des étapes de la démarche ATEX pour le site concerné.

Ce document est architecturé de la manière suivante :



On rappelle que le DRPE doit être tenu à jour par l'exploitant, en fonction des évolutions de l'installation, des process et de l'organisation

La visite des installations sur le site de RPC- Montpont en Bresse (71) a eu lieu le 16 juillet en présence de :

- Karine PHILIPPE (BUREAU VERITAS)
- Thierry BARBIER (RPC).

Le cadre légal « ATEX » est rappelé en Annexe 3.

Un tableau de synthèse des recommandations est donné en conclusion chapitre 8.

2. Documents de référence

La liste des documents fournis par RPC et utilisés pour cette étude est la suivante :

- [1] Fds Polyéthylène 35060^E High Density
- [2] Fds HDPE 40055^E Polyéthylène
- [3] Fds su solvant et de l'encre Linx
- [4] Contrat d'entretien chaudière
- [5] Documentation sur le broyeur

La liste des documents de référence utilisés pour cette étude est la suivante :

- [6] Offre technique et financière
- [7] EN 60079-10-1 : 2009. Atmosphères explosives - Partie 10-1 : Classement des emplacements - Atmosphères explosives gazeuses.
- [8] EN 60079-10-2 : 2009. Atmosphères explosives - Partie 10-2 : Classification des emplacements – Atmosphères explosives poussiéreuses
- [9] Normes, guides, textes réglementaires

3. Analyse fonctionnelle au regard des ATEX

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

3.1 Description des installations

L'établissement de RPC est un site de production d'emballages en plastique et de bidons en plastique de 100 ml à 10 litres..

L'activité principale du site est la transformation de matières plastiques.

3.2 Installations non prises en compte dans l'étude

3.2.1 Les stockages en silos de matières premières

Seules les poussières combustibles (granulométrie inférieure à 500µm) peuvent générer des atmosphères explosives or la matière première se présente sous forme de granulés.

3.2.2 Le stockage d'encre et de solvant

Les encres et solvants sont stockées dans une armoire à inflammable.

Etant donnés les faibles quantités mises en jeu, ce stockage de produits inflammables ne sera pas retenu comme pouvant générer des atmosphères explosives/



Vue d'ensemble du stockage de produits inflammables

3.3 Installations prises en compte

Les installations et bâtiments concernés par l'étude ATEX sont les suivants :

- Le réseau gaz,
- La chaufferie,
- Les « petits » broyeurs sur machine de production,
- Le « gros » broyeur,
- Les bouteilles de propane,
- Le local de charges batteries.

3.3.1 Produits inflammables mis en œuvre

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.

3.3.1.1 Gaz et vapeurs inflammables

Substance	Masse molaire (g/mol)	Densité de vapeur ou gaz / air (air=1)	Point éclair (°C)	Température d'auto-inflammation (°C)	LIE (%vol)	LSE (%vol)	Groupe de gaz	Classe de température
Méthane	16	0,6		500°C	4,4	17	IIA	T1
Propane	44	1,55		450°C	1,7	10,9	IIA	T2
Hydrogène	2	0,07		570°C	4	75	IIC	T1

Le critère usuellement utilisé pour évaluer le risque de formation d'une atmosphère explosive par un liquide inflammable repose sur le point éclair. 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. Plus le point éclair est bas par rapport à la température du liquide, plus grande sera l'étendue de la zone inflammable engendrée.

Cependant, 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), une atmosphère explosive peut être produite à une température inférieure au point éclair.

De même, une atmosphère explosive peut se former si le liquide inflammable se trouve sur une surface chaude supérieure à son point éclair.

3.3.1.2 Poussières inflammables

Substance	Granulométrie (µm)	EMI (mJ)	Température d'inflammation en nuage (°C)	Température d'inflammation en couche de 5 mm (°C)	LIE (g/m ³)
Polyéthylène	ND	30	450	380	20

Données issues du ED 944 de l'INRS.

4. Classement des zones ATEX

Les recommandations de zonage se présentent sous la forme de fiches regroupant les informations nécessaires au classement de zone. Une fiche est réalisée par procédé.

4.1 Classement de zone gaz et vapeur

4.1.1 Définition des zones ATEX gaz et vapeur

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.

4.1.2 Méthodologie de classement de zone

Le classement des emplacements où une atmosphère explosive gazeuse peut se présenter s'appuie sur la norme EN 60079-10-1 : 2009 (réf. [7]) :

- **Identification des sources de dégagement** : point ou endroit d'où un gaz, une vapeur, un brouillard ou un liquide inflammable peut être libéré dans l'atmosphère, de telle sorte qu'une atmosphère explosive gazeuse soit créée
- Détermination de 3 paramètres :
 - **degré de dégagement**,
 - **degré de ventilation**,
 - **disponibilité de la ventilation**.

Le tableau de classement de zone s'appuyant sur ces trois paramètres est présenté en Annexe 1.

4.1.2.1 Degré de dégagement

Le *degré de dégagement* caractérise la fréquence et la durée probable de dégagement de matière inflammable susceptible de créer une atmosphère explosive. La norme EN 60079-10-1 : 2009 définit 3 degrés de dégagement : **continu, premier et second**.

- **Dégagement de degré continu** : dégagement qui se produit en permanence ou dont on s'attend à ce qu'il se produise pendant de longues périodes.
- **Dégagement de premier degré** : dégagement dont on peut s'attendre à ce qu'il se produise de façon périodique ou occasionnelle en fonctionnement normal.

- **Dégagement de deuxième degré** : dégagement dont on ne prévoit pas qu'il se produise en fonctionnement normal et dont il est probable que, s'il se produit, ce sera seulement à une faible fréquence et pour de courtes périodes.

4.1.2.2 Disponibilité de la ventilation

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 60079-10-1 : 2009 : **bon, assez bon, médiocre**.

- **Bon** : la ventilation existe pratiquement en permanence.
- **Assez bon** : on s'attend à ce que la ventilation existe pendant le fonctionnement normal. Des interruptions sont permises, pourvu qu'elles se produisent de façon peu fréquente et pour de courtes périodes.
- **Médiocre** : la ventilation ne satisfait pas aux critères d'une ventilation bonne ou assez bonne, toutefois, on ne prévoit pas qu'il y ait des interruptions prolongées.

4.1.2.3 Degré de ventilation

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 60079-10-1 : 2009 : **fort, moyen, faible** (cf. Annexe 2).

4.2 Classement de zone poussières

4.2.1 Définition des zones ATEX poussières

Zone 20 : Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est présente dans l'air en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.

Zone 21 : Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.

Zone 22 : Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal, ou, si elle se présente néanmoins, elle n'est que de courte durée.

4.2.2 Méthodologie de classement de zone

Le classement des emplacements où une atmosphère explosive poussiéreuse peut se présenter s'appuie sur la norme EN 60079-10-2 : 2009 (réf. [8]) et la définition du degré de dégagement.

- **Niveau continu de dégagement** : dégagement qui est continu ou qui est supposé se produire fréquemment ou sur de longues durées.

- **Niveau primaire de dégagement :** dégagement qui est supposé se produire périodiquement ou occasionnellement en fonctionnement normal.
- **Niveau secondaire de dégagement :** dégagement qui n'est pas supposé se produire en fonctionnement normal, et qui s'il se produit est supposé de faire rarement ou sur de courtes durées.

Les couches, dépôts et tas de poussières combustibles doivent être traités comme toute autre source susceptible de former une atmosphère explosive.

4.3 Présentation des tableaux de zonage

Le classement de zone proposé est présenté sous la forme de fiches et de tableaux regroupant l'ensemble des hypothèses permettant le classement ATEX de l'installation.

Fiche N° :		Localisation :		Process ou équipement :		Matières inflammables :					
Références :											
Mise en œuvre des matières inflammables :											
Mesures de prévention vis-à-vis de la formation d'une atmosphère explosive :											
Description de la ventilation :											
Dispositifs de sécurité vis-à-vis du risque d'explosion :											
Dégagement		Ventilation			Classement de zone						
7 Source de dégagement	8 G/D	9 Mesures de prévention vis à vis de la formation d'une atmosphère explosive	10 Degré de dégagement : C – 1 ^{er} - 2 nd	11 Type de ventilation : N – A	12 Degré de ventilation	13 Disponibilité de ventilation	14 Niveau de zone	15 Etendue de la zone	16 Groupe de gaz ou poussières	17 Classe de température	18 Observations

1. N° de la fiche
2. Bâtiment/Local dans lequel se trouve l'installation étudiée
3. Dénomination du process ou de l'équipement étudié
4. Liste des principales matières inflammables mises en œuvre
5. Référence des normes, guides, textes utilisés pour le classement de zone
6. 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 des mesures de prévention des atmosphères explosives et identification des éventuels dispositifs de sécurité vis-à-vis du risque d'explosion.
7. Description de la source de dégagement
8. **G** : dégagement de gaz, vapeurs, brouillards. **D** : dégagement de poussières (dust)
9. Description des éventuelles mesures de prévention de la formation des ATEX pouvant avoir un impact sur la source de dégagement et le zonage
10. Degré de dégagement : **C** (degré continu), **1^{er}** (degré premier), **2nd** (degré second)
11. Type de ventilation : **A** : artificielle / **N** : naturelle / **NA** : non applicable
12. Degré de ventilation (non applicable pour les poussières) : **Fort, Moyen ou Faible**. (cf. Annexe 1 et Annexe 2)
13. Disponibilité de ventilation (non applicable pour les poussières) : **Bonne, Assez Bonne ou Médiocre**. (cf. Annexe 1)
14. Niveau de zone : **0, 1 ou 2** pour les gaz / **20, 21 ou 22** pour les poussières, **HZ** pour « hors zone dangereuse » (emplacement non classé au sens de la réglementation ATEX)
15. Etendue de la zone dangereuse : description du volume de la zone ATEX

16. Groupe de gaz : **IIA, IIB ou IIC** pour les gaz et vapeurs. Groupes de poussières : **IIIA, IIIB ou IIIC**.
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.

4.4 Fiches de synthèse du classement des zones ATEX

Les installations et bâtiments concernés par l'étude ATEX sont les suivants :

- FICHE 1 : Le réseau gaz extérieur,
- FICHE 2 : La chaufferie,
- FICHE 3 : Réseau gaz atelier
- FICHE 4 : Les petits broyeurs
- FICHE 5 : Le gros broyeur
- FICHE 6 : les bouteilles de propane
- FICHE 7 : Le local de charge batteries,

Fiche N°	1	Localisation :	Ensemble du site	Process ou équipement :	Réseau gaz extérieur	Matières inflammables :	Méthane
----------	---	----------------	------------------	-------------------------	----------------------	-------------------------	---------

Référence : NF EN 60079-10-1

Mise en œuvre des matières inflammables :

Le site est alimenté en gaz via un réseau extérieur issu du gaz de ville. Le poste de livraison est situé en bordure extérieure du site.
La canalisation gaz est ensuite enterrée pour ressortir au niveau de la chaufferie. Un piquage alimente la chaufferie et un autre alimente une machine dans l'atelier.



Vanne de barrage extérieure: Une vanne de barrage (bride 4 écrous)



Raccord extérieure de coupure avant chaufferie

Ventilation :

En extérieur: ventilation naturelle degré moyen et disponibilité bonne

Dégagement					Ventilation			Classement de zone			
Source de dégagement	G/D ⁽¹⁾	Systèmes de sécurité vis à vis du risque d'explosion	Degré de dégagement : C - 1 ^{er} - 2 nd (2)	Type de ventilation N - A ⁽³⁾	Degré de ventilation	Disponibilité de ventilation	Niveau de zone	Etendue de la zone	Groupe de gaz	Classe de température	observations
Fuite de gaz vanne de coupure extérieure brides 4 écrous avant atelier Pression (300mbar / DN 100 max)	G	-	2	N	Moyen	Bonne	2	1 m autour de la bride	IIA	T1	
Fuite de gaz au niveau du raccord extérieur de coupure avant chaufferie Pression (300 mbar / DN 50 max)	G	-	2	N	Moyen	Bonne	2	30 cm autour du raccord	IIA	T1	

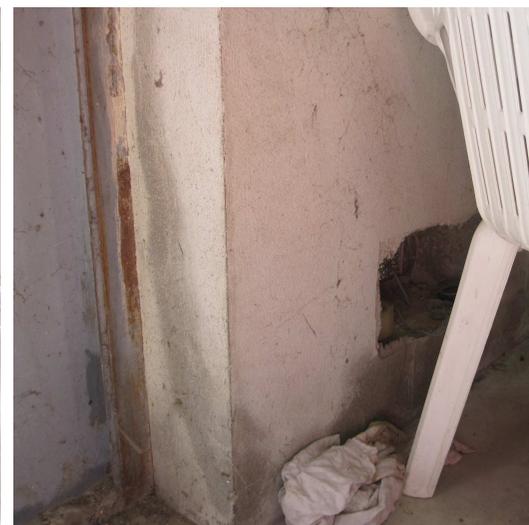
Recommandations :

- Mettre en place un contrôle périodique d'étanchéité sur le réseau gaz
- Etablir un plan du réseau et repérer les vannes de coupure

Fiche N°	2	Localisation	Chaufferie	Process ou équipement	1 chaudière de 834 kW	Matières inflammables	Méthane
Référence	NF EN 60079-10-1						

Mise en œuvre des matières inflammables :

Le gaz arrive sous une pression de 300 mbar dans une canalisation DN 50. Il y a uniquement des raccords vissés en chaufferie.



Ventilation : Ouverture sur les parois du local : 1 ouverture en partie basse (envrion 20 X 40 cm) et 1 ouverture en partie haute (60 X 60 cm) sur des murs opposés. Soit une surface totale d'ouverture de 0,44 m²

Les dimensions du local chaufferie : l 5m X L 5m x h 3,9m = 78 m³

La chaudière fait l'objet d'un contrat d'entretien. Ce contrat ne prévoit pas de contrôle de l'étanchéité sur le réseau gaz.

Dégagement					Ventilation			Classement de zone			
Source de dégagement	G/D (1)	Systèmes de sécurité vis à vis du risque d'explosion	Degré de dégagement : 1 ^{er} - 2 nd (2)	Type de ventilation : N - A (3)	Degré de ventilation	Disponibilité de ventilation	Niveau de zone	Etendue de la zone	Groupe de gaz	Classe de température	Observations
Fuite de gaz au niveau des raccords vissés (Pression 300 mbar / DN 50 max)	G		2	N	Moyen	Bonne	2	30 cm autour des raccords	IIA	T1	

Recommandations :

- Mettre en place un contrôle périodique d'étanchéité sur le réseau gaz
- Ne pas encombrer l'ouverture en partie basse

Fiche N°:	3	Localisation :	Atelier	Process ou équipement :	Réseau gaz alimentant la machine de rétraction des housses	Matières inflammables :	Méthane
-----------	---	----------------	---------	-------------------------	--	-------------------------	---------

Référence : NF EN 60079-10-1

Mise en œuvre des matières inflammables :

Le gaz arrive sous une pression de 300 mbar dans une canalisation DN50 max, uniquement un raccord vissé.
Le réseau gaz alimente une machines de rétraction. Il s'agit d'une machine conforme à la réglementation machine.



Réseau de gaz alimentant la machine



Machine de rétraction des housses

Ventilation :

Atelier de grand volume, ventilation assimilée à une ventilation naturelle.

Dégagement					Ventilation			Classement de zone			
Source de dégagement	G/D (1)	Systèmes de sécurité vis à vis du risque d'explosion	Degré de dégagement : 1 ^{er} - 2 nd (2)	Type de ventilation : N - A (3)	Degré de ventilation	Disponibilité de ventilation	Niveau de zone	Etendue de la zone	Groupe de gaz	Classe de température	Observations
Fuite de gaz au niveau des raccords vissés (Pression 50 mbar / DN 50 max)	G		2	N	Moyen	Bonne	2	30 cm autour des raccords	IIA	T1	

Recommandations :

- mettre en place un contrôle périodique d'étanchéité sur le réseau gaz

Fiche N :	4	Localisation :	Atelier	Process ou équipement :	« Petits » broyeurs	Matières inflammables :	Polyéthylène
Référence :	NF EN 60079-10-2						

Mise en œuvre des matières inflammables :

Des « petits » broyeurs sont installés sur les équipements de production pour le broyage des chutes de production.
Le jour de la visite, il n'y a pas de poussières à proximité de ces broyeurs.
La matière récupérée après broyage est assez « grossière », très peu de matière de granulométrie inférieure à 0,5 mm.



En fonctionnement normal, très peu de sources d'émissions de poussières. La seule source retenue sera à l'intérieur des gaines de transfert de la matière.

Source de dégagement	G/ D ⁽¹⁾	Systèmes de sécurité vis à vis du risque d'explosion	Degré de dégagement : C - 1 ^{er} - 2 nd (2)	Type de ventilation : N - A ⁽³⁾	Degré de ventilation	Disponibilité de ventilation	Niveau de zone	Etendue de la zone	Groupe de gaz	Classe de température	Observations
Emission de poussière dans le système de transfert de la matière broyée	D		1aire				21	Intérieur des gaines de transfert			

Recommandations:

- Vérifier les liaisons équipotentielle entre les différents éléments afin de limiter les risques dus à l'électricité statique.
- Etablir une procédure pour les opérations de nettoyage

Rappel : pour une couche d'épaisseur de 5 mm de poussières au sol un zonage ATEX doit être envisagé par mise en suspension des poussières par courant d'air.

Fiche N :	5	Localisation :	Atelier	Process ou équipement :	Gros Broyeur et son système de dépoussiérage	Matières inflammables :	Polyéthylène
Référence :	NF EN 60079-10-2						

Mise en œuvre des matières inflammables :

Ce broyeur est équipé d'un système de dépoussiérage.



Les émissions de poussières sont cantonnées à l'intérieur des gaines d'aspiration des poussières et dans l'équipement de dépoussiérage, avant les éléments filtrants. Une émission de poussières est possible en aval des filtres en cas d'endommagement de ceux-ci.

Le jour de la visite, il n'y a pas de dépôt de poussière à proximité de cet équipement.

Source de dégagement	G/ D ⁽¹⁾	Systèmes de sécurité vis à vis du risque d'explosion	Degré de dégagement : C – 1 ^{er} - 2 nd (2)	Type de ventilation : N – A ⁽³⁾	Degré de ventilation	Disponibilité de ventilation	Niveau de zone	Etendue de la zone	Groupe de gaz	Classe de température	Observations
Traitement d'air empoussiéré – intérieur des gaines – présence de poussières aspirées	D	-	C				20	Intérieur des gaines jusqu'à l'unité de traitement			
Traitement d'air empoussiéré – intérieur du système de filtration en amont des éléments filtrants – côté air empoussiéré	D	-	1 ^{aire}				21	Intérieur de l'équipement avant éléments filtrants			
Traitement d'air empoussiéré – intérieur du système de filtration côté air propre et gaine d'extraction (endommagement d'un élément filtrant)	D	-	2 nd				22	Intérieur de l'équipement après élément filtrant			

Recommandations:

- Vérifier les liaisons équipotentielles entre les différents éléments (et notamment les gaines d'aspiration) afin de limiter les risques dus à l'électricité statique.
- Etablir une procédure pour les opérations de maintenance (nettoyage, changement des éléments filtrants ...)

Rappel : pour une couche d'épaisseur de 5 mm de poussières au sol un zonage ATEX doit être envisagé par mise en suspension des poussières par courant d'air.

Fiche N :	6	Localisation :	Ensemble du site	Process ou équipement :	Bouteilles de gaz propane	Matières inflammables :	Propane
Référence :	NF EN 60079-10-1						
<p><u>Mise en œuvre des matières inflammables :</u> Un poste « Chalumeau » mobile alimenté par une bouteille de propane.</p>  <p><u>Ventilation :</u> Dans les ateliers de grand volume, la ventilation est assimilée à une ventilation naturelle.</p>							

Dégagement				Ventilation			Classement de zone				
Source de dégagement	G/D (1)	Systèmes de sécurité vis à vis du risque d'explosion	Degré de dégagement : 1 ^{er} , 2 nd (2)	Type de ventilation : N - A (3)	Degré de ventilation	Disponibilité de ventilation	Niveau de zone	Etendue de la zone	Groupe de gaz	Classe de température	Observations
Fuite accidentelle au niveau de la bouteille	G	Bouteilles fermée après utilisation / Chapeau de protection	2nd	N	Moyen	Bonne	2	50 cm autour des bouteilles	IIA	T2	Le jour de la visite la bouteille de propane n'avait pas de chapeau

Recommandations :

- Rappel des bonnes pratiques d'utilisation des bouteilles de gaz : bien les refermer après utilisation, mise en place du chapeau de protection, contrôle de l'état des flexibles

Fiche N :	7	Localisation :	local charge batterie	Process ou équipement :	2 chargeurs en simultanée	Matières inflammables :	Hydrogène
Références :	NF EN50272-3						
<p><u>Mise en œuvre des matières inflammables :</u> Les batteries sont rechargées dans un local spécifique équipé de détection incendie et d'une porte coupe-feu.</p> <p>Pendant la charge d'une batterie classique de type acide-plomb, de l'hydrogène et de l'oxygène s'échappent des éléments de batteries utilisant des électrolytes aqueux. Ce dégagement résulte de l'électrolyse de l'eau par le courant de charge. 1 Ah décompose l'eau (H₂O) en 0,42 litres de H₂ + 0,21 litres de O₂.</p> <p><u>Ventilation :</u> Le local de charge est ventilé : extraction en hauteur. Aucune information sur le débit de l'extraction ne nous a été fournie. Le jour de la visite, l'extraction ne fonctionnait pas.</p> <p>Les dimensions du local L 7,5m X l 5,5 X h 4,1 m</p> <p><u>Sécurité</u> Les chargeurs sont équipés d'un système de prévention des surcharges.</p>							

Dégagement				Ventilation			Classement de zone				
Source de dégagement	G/D ⁽¹⁾	Systèmes de sécurité vis à vis du risque d'explosion	Degré de dégagement : C = 1 ^{er} - 2 nd (2)	Type de ventilation : N - A ⁽³⁾	Degré de ventilation	Disponibilité de ventilation	Niveau de zone	Etendue de la zone	Groupe de gaz	Classe de température	Observations
Dégagement d'hydrogène lors de la charge batterie	G		1aire	-	Moyen	bon	1	50 cm autour de la batterie	IIC	T1	Sois réserve d'un débit d'extraction de 420 m3/h Cf calcul page suivante

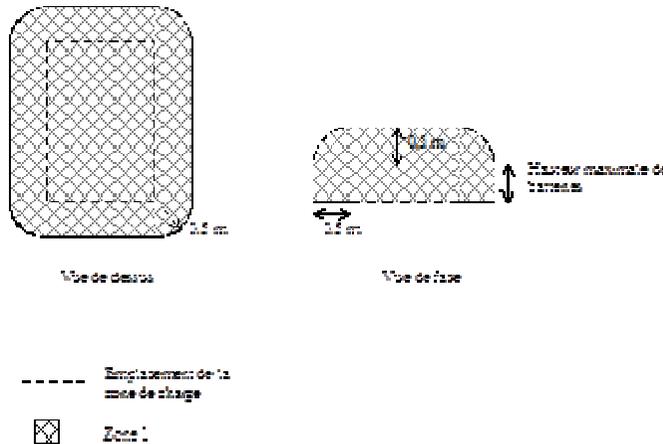
Nombre de batteries N	Nombre d'éléments par batterie n	Igaz [A/100Ah]	Capacité nominale Cn [Ah]	courant de sortie assignée du chargeur I [A]	débit de ventilation NF EN 50272-3 [m3/h]	Débit de ventilation assurant une dilution à 25% de la LIE [m3/h]
2	24	7,00	625		105,00	420,00

Recommandations : La norme NF EN 50272-3 impose que les zones de charge soient clairement définies par un marquage au sol permanent.

L'accumulation d'hydrogène sous le capot, tout particulièrement en fin de charge peut former un mélange explosif facilement inflammable. Il est donc recommandé d'ouvrir les capots lors de la mise charge.

⇒ **Rappeler l'obligation de mise en route de l'extraction lors de la mise en charge des batteries**

⇒ **Etablir une fiche de poste « charge batterie » et l'afficher** (Un exemple est fourni en annexe)



les deux batteries en charge



le système d'extraction

5. Adéquation de l'Installation vis-à-vis des zones ATEX

L'audit consiste à vérifier pour l'ensemble des équipements concernés :

- **l'adéquation du matériel électrique et non électrique par rapport aux zones** (mode de protection adapté à la zone)
 - **la vérification de l'intégrité des modes de protection** (mise en évidence d'une éventuelle altération de la sécurité suite à des opérations de maintenance, à l'usure, à un défaut d'entretien...)
 - la conformité des **câblages** et raccordements des équipements,
 - la conformité du montage des équipements vis-à-vis des **règles de l'art**
- **Rappels généraux**

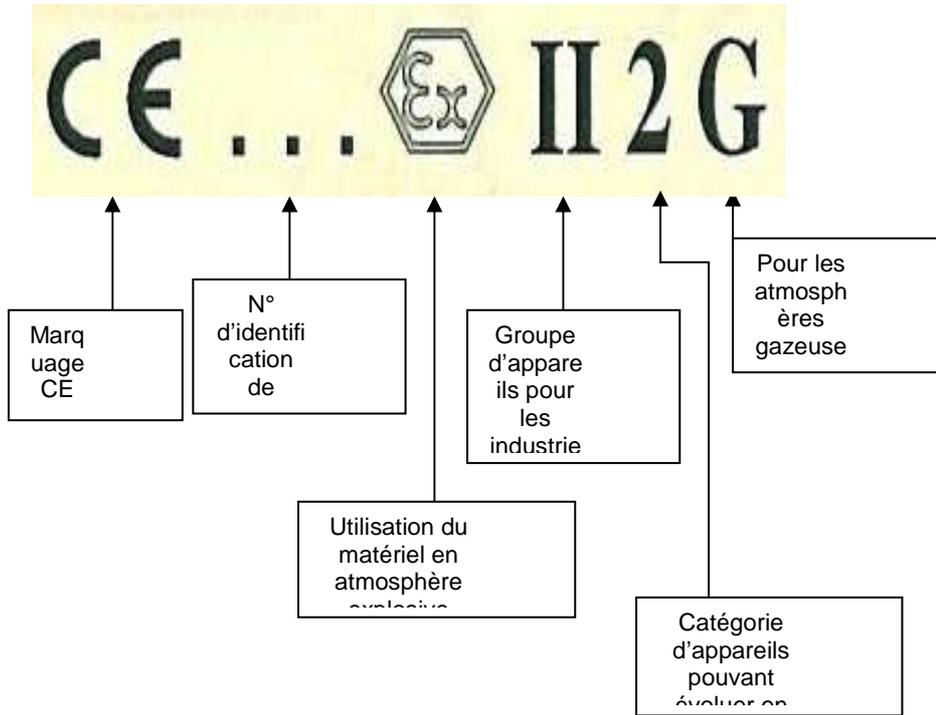
L'objet de ce chapitre est de rappeler un certain nombre de règles d'installation

Marquage des appareils

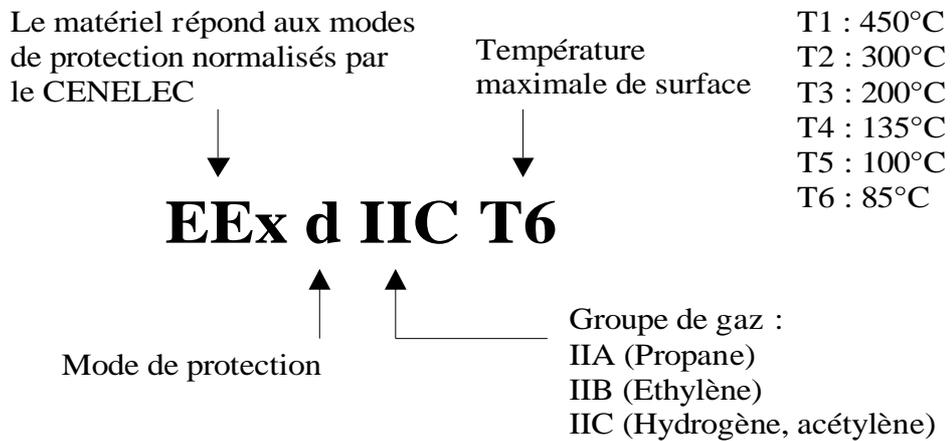
- Chaque matériel installé doit porter le marquage minimal imposé par son certificat de conformité correspondant.
- Concernant le matériel installé à partir du 1er juillet 2003, il doit porter le « nouveau » marquage (marquage CE ATEX) imposé par la réglementation en vigueur, qui mentionne notamment sa 'catégorie' au sens de la réglementation ATEX.
- Concernant les installations déjà existantes au 30/06/03 et conformes aux dispositions de l'arrêté du 19 décembre 1988, en application de l'arrêté du 28/07/03, elles sont réputées satisfaire aux prescriptions de la réglementation ATEX jusqu'au 30 juin 2006. Au-delà de cette date, elles continueront à bénéficier de cette présomption à condition que le « document relatif à la protection contre les explosions », prévu aux articles R. 4227-52 à R. 4227-54 du code du travail, les ait validées explicitement avant le 1er juillet 2006.

Le marquage des appareils est décrit ci-dessous.

• **Exemple de marquage principal (depuis le 1^{er} juillet 2003)**



• **Exemple de marquage complémentaire gaz pour les équipements électriques (avant et après 2003)**



Type de protection pour le matériel électrique en zones explosives « gaz »

Les matériels électriques installés en zone explosible « gaz » (zone 0, 1 ou 2) doivent bénéficier d'une protection appropriée. Ce type de protection est indiqué sur l'appareil par un marquage du type

II 1G EEx ia ; pour la zone 0 mais également 1 et 2



II 2G EEx ia, ib, d, e, p, m, o, q ; pour la zone 1 mais également 2

II 3G EEx ia, ib, d, e, p, m, o, q, n ; pour la zone 2

suivi du groupe de gaz (IIA, IIB ou IIC) et de la classe de température (T1 à T6).

Pour plus d'information, voir la norme NF EN 50014.

L'emploi de matériel électrique non certifié est interdit en zone ATEX.

- Rappels des règles concernant le matériel électrique

- Raccordement des masses

Il convient de raccorder systématiquement le conducteur de masse aux bornes de masse des enveloppes. Toutes les connections à la masse n'ont pu être vérifiées, il appartient à RPC de bien vérifier ce point.

- Boucle sur câble

Il convient de ne pas former de boucle avec les excédents de câble avant raccordement. Au-delà d'une boucle, l'enroulement crée une inductance qui peut nuire à la protection vis-à-vis du risque d'explosion.

- Rappel des règles concernant le matériel non électrique

Il convient de rappeler que, dans le cadre de la nouvelle réglementation ATEX, les équipements non électriques installés en zone explosible après le 30/06/2003 doivent, au même titre que les équipements électriques, être certifiés et marqués « ATEX », afin de garantir qu'ils ne sont pas susceptibles de constituer une source d'inflammation.

Les équipements non électriques installés avant cette date doivent faire l'objet d'une analyse de risque et, si les conclusions de cette analyse démontrent qu'ils répondent aux exigences essentielles de sécurité de la directive, ils doivent être explicitement validés au travers du « Document Relatif à la Protection contre les Explosions », prévu aux articles R. 4227-52 à R. 4227-54 du code du travail.

Cela s'applique notamment aux pompes, ventilateurs, systèmes d'entraînement (poulies, chaîne, etc).

Résultats de l'audit d'adéquation du matériel

Lieu	Équipements présents en zone	Marquage ATEX	Zone / classement en T° / type de gaz	Conforme pour la zone	Catégorie requise	Observations
Réseau gaz Au niveau des brides et raccords	Absence d'équipements en zone					
Petits broyeurs	Aucun	/	21	/	/	Vérifier les liaisons équipotentielles entre les différents éléments
Gros broyeur: Intérieur des gaines et dépoussiéreur	Aucun	/	20,21 et 22	/	/	Vérifier les liaisons équipotentielles entre les différents éléments de l'équipement de dépoussiéreur S'assurer de l'utilisation d'éléments filtrants antistatiques
Charge batteries	Absence d'équipements si respect des conditions de ventilation minimum		1/IIC/T1			S'assurer du débit de ventilation : 400 m ³ / h

6. Organisation du site au regard du risque d'explosion

L'organisation des activités a une influence sur la maîtrise globale des risques d'explosion. Ainsi, une prise en considération de ce risque dans les procédures organisationnelles permet de prévenir le risque d'apparition d'explosions.

Il convient de détailler dans le DRPE l'ensemble des mesures organisationnelles mises en place ou qui vont l'être afin de prévenir le risque d'apparition d'explosions sur le site. Les principaux points qui doivent être abordés dans le DRPE sont repris ci-dessous :

- Signalisation des zones,
- Procédures d'intervention en zone,
- Coordination, plan de prévention,
- Vêtements de travail,
- Formation des travailleurs en zone dangereuse,
- Procédures d'évacuation du site,
- Gestion des modifications et mises à jour,
- Gestion des équipements en zone ATEX :
 - Maintenance et inspection des matériels en zone ATEX,
 - Achat de matériel neuf.

6.1 Signalisation des emplacements dangereux

6.1.1 Exigences réglementaires

Article R. 4227-51 du code du travail :

Les accès des emplacements, où des atmosphères explosives peuvent se présenter en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs, sont signalés conformément aux dispositions de l'arrêté relatif à la signalisation de sécurité et de santé au travail prévu par l'article R. 4224-24.

Les caractéristiques intrinsèques du panneau d'avertissement de danger sont les suivantes :

- forme triangulaire,
- lettres noires sur fond jaune (le jaune doit recouvrir au moins 50% de la surface du panneau).

Selon l'arrêté du 8 juillet 2003 complétant l'arrêté du 4 novembre 1993 relatif à la signalisation de sécurité et de santé au travail, le pictogramme est complété par le texte « emplacement où une atmosphère explosive peut se présenter ».



Emplacement où une atmosphère explosive peut se présenter

6.2 Les interventions et le travail en zone ATEX

6.2.1 Exigences réglementaires

Article R. 4227-49 du code du travail :

Lorsque des atmosphères explosives peuvent se former en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs ou d'autres personnes, l'employeur prend les mesures nécessaires pour que :

- 1° Le milieu de travail permette un travail en toute sécurité ;*
- 2° Une surveillance adéquate soit assurée et des moyens techniques appropriés utilisés ;*
- 3° Une formation des travailleurs en matière de protection contre les explosions soit délivrée ;*
- 4° Les travailleurs soient équipés, en tant que de besoin, de vêtements de travail adaptés contre les risques d'inflammation.*

Arrêté du 8 juillet 2003 relatif à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosive

Article 6 : Le document prévu à l'article R. 232.12.29 prévoit nécessairement :

- que l'exécution de travaux dans les emplacements dangereux s'effectue selon des instructions écrites de l'employeur ;*
 - qu'un système d'autorisation en vue de l'exécution de travaux dangereux ainsi que de travaux susceptibles d'être dangereux lorsqu'ils interfèrent avec d'autres opérations, est formalisé.*
- Cette autorisation doit être délivrée avant le début des travaux par une personne habilitée à cet effet, par l'employeur, maître des lieux.*

Il convient donc que soient mises en place des procédures d'intervention en zone ATEX (permis feu, autorisation de travail) en tenant compte des points suivants :

- Accès des zones ATEX réglementé : seules les personnes habilitées et autorisées doivent pouvoir travailler ou entrer en zone ATEX. Nécessité de former le personnel intervenant en zone (cf. §6.5).
- Consignes de sécurité en zone ATEX : interdiction de fumer, interdiction d'utiliser un téléphone portable standard, obligation d'utiliser des outils de travail anti-étincelants, obligation de porter de vêtements ne générant pas de décharges électrostatiques, les matériels électriques et non électriques introduits en zone doivent être marqués ATEX et adaptés à la zone, etc. L'employeur doit veiller à ce que ces consignes de sécurité soient connues des personnels concernés et correctement respectées.
- Procédures de travail (opératoires) spécifiques permettant l'intervention du personnel en zone ATEX en toute sécurité.
- Travaux générant des sources d'inflammation (travaux par point chaud, utilisation d'équipements non certifiés ATEX (par exemple, appareils utilisés lors des vérifications réglementaires électriques), ouvertures de boîtiers antidéflagrants en zone ATEX, interventions de maintenance, etc.). Le permis feu du site devra intégrer la notion ATEX. Il convient notamment d'étudier la façon de sécuriser les zones d'intervention (par exemple en balisant un périmètre d'intervention, en contrôlant la zone d'intervention avec des explosimètres ou rendre obligatoire le port d'explosimètres portables et arrêter toute intervention en cas de détection). Il faut également veiller à ce que les opérations par point chaud en zone ne génèrent pas de sources d'inflammation au-delà du périmètre délimité (notamment, risques de projection d'étincelles au-delà du périmètre balisé).

6.3 Coordination avec les sous-traitants

6.3.1 Exigences réglementaires

Article R. 4227-53 : Lorsque des travailleurs de plusieurs entreprises sont présents sur un même lieu de travail, le chef de l'entreprise utilisatrice précise dans le document relatif à la protection contre les explosions le but, les mesures et les modalités de mise en œuvre de la coordination générale des mesures de prévention qui lui incombent en application des dispositions des articles R. 4511-5 à R. 4511-8.

Il convient que l'employeur mette en place et détaille les procédures d'intervention des entreprises sous-traitantes en zone ATEX : plan de prévention, autorisation de travail, signalisation, qualification des sous-traitants, responsabilités des différentes parties.

6.4 Les vêtements de travail en zone ATEX

6.4.1 Exigences réglementaires

Article R. 4227-49 du code du travail :

Lorsque des atmosphères explosives peuvent se former en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs ou d'autres personnes, l'employeur prend les mesures nécessaires pour que :

- 1° Le milieu de travail permette un travail en toute sécurité ;*
- 2° Une surveillance adéquate soit assurée et des moyens techniques appropriés utilisés ;*
- 3° Une formation des travailleurs en matière de protection contre les explosions soit délivrée ;*
- 4° Les travailleurs soient équipés, en tant que de besoin, de vêtements de travail adaptés contre les risques d'inflammation.*

Arrêté du 8 juillet 2003 relatif à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosive

Article 9 : En vue de prévenir les risques d'inflammation, conformément aux dispositions de l'article R. 232-12-25 du code du travail, il convient de prendre en compte les décharges électrostatiques provenant des travailleurs ou du milieu de travail en tant que porteurs ou générateurs de charges. Les travailleurs doivent être équipés, en tant que de besoin, de vêtements de travail et d'équipements de protection individuelle antistatiques appropriés à une utilisation en atmosphère explosive au sens de l'annexe II du livre II du code du travail mentionnée à l'article R. 233-151.

Les vêtements de travail, et les chaussures y compris ceux des visiteurs qui pénètrent en zone ATEX, doivent être propres à éviter tout risque lié à l'électricité statique.

Les vêtements de travail peuvent répondre à la série des normes EN 1149 (propriété antistatique des vêtements).

Les chaussures antistatiques peuvent répondre, par exemple, aux normes EN 61340-4-3 : 2002 et normes EN ISO 20344, EN ISO 20345, EN ISO 20346.

Afin de limiter les risques de décharges électrostatiques, il convient de ne pas se changer en zone dangereuse.

6.5 Formation et sensibilisation du personnel au risque d'explosion

6.5.1 Exigences réglementaires

Article R. 4227-49 du code du travail : Lorsque des atmosphères explosives peuvent se former en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs ou d'autres personnes, l'employeur prend les mesures nécessaires pour que :

- 1° Le milieu de travail permette un travail en toute sécurité ;*
- 2° Une surveillance adéquate soit assurée et des moyens techniques appropriés utilisés ;*
- 3° Une formation des travailleurs en matière de protection contre les explosions soit délivrée ;*
- 4° Les travailleurs soient équipés, en tant que de besoin, de vêtements de travail adaptés contre les risques d'inflammation.*

Arrêté du 8 juillet 2003 relatif à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosive

- Article 5 : L'employeur prévoit, à l'intention des personnes qui travaillent dans des emplacements où des atmosphères explosives peuvent se présenter, une formation suffisante et appropriée en matière de protection contre les explosions.

Il convient que l'employeur mette en place des procédures de qualification du personnel susceptible de travailler en zone ATEX et détaille dans le DRPE le contenu des formations, les compétences de l'organisme ou du personnel assurant la formation, les niveaux de qualification exigés selon la nature du travail notamment. Plusieurs formations peuvent être envisagées selon la nature du travail effectué en zone ATEX, par exemple :

- **Personnel travaillant en zone dangereuse.** Cette formation pourra aborder les notions d'atmosphère explosive, de sources d'inflammation, de risque d'explosion, de signalisation des zones et donner toutes les consignes permettant au personnel d'effectuer son travail de façon sûre en zone ATEX (manipulation correcte des équipements, consignes pour prévenir les sources d'inflammation, etc.)
- **Personnel de maintenance :** personnel chargé de la maintenance de l'installation ou de la réparation des équipements ATEX (y compris les entreprises extérieures). La formation devra traiter des différents modes de protection, des règles d'installation, de câblage et d'entretien des équipements vis-à-vis des exigences de la réglementation ATEX.

L'employeur devra désigner des personnes chargées du classement de zone ATEX (mise à jour, optimisation...), de l'achat des matériels ou des prestations pour zone ATEX, de la conception de nouvelles installations en zone, de la mise à jour du plan de zone et du DRPE. Le choix des personnes les plus adaptées dépend de la structure organisationnelle de l'entreprise et plus généralement du système interne de prévention et gestion des risques. Il convient que ces personnes soient formées selon un programme spécifique et approprié.

Le niveau de connaissance du personnel doit être maintenu à jour par des formations régulières.

6.6 Alarmes/ évacuation du site

6.6.1 Exigences réglementaires

Arrêté du 8 juillet 2003 relatif à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosive :

- Article 12 : L'employeur doit prendre les dispositions nécessaires pour que les travailleurs soient alertés par des signaux optiques et acoustiques et évacués avant que les conditions d'une explosion ne soient réunies.

Pour les lieux où une atmosphère explosive est susceptible de se présenter et nécessite l'évacuation du personnel, une procédure devra permettre de décrire la façon dont le personnel est alerté (seuils de détection, signalisation, alarmes visuelles, sonores, etc.) et évacué (issues, points de rassemblement, intervention des secours, etc.). Les issues de secours doivent être prévues et entretenues afin d'assurer que, en cas de danger, les travailleurs puissent quitter les zones dangereuses rapidement et en toute sécurité.

6.7 La gestion des équipements en zone ATEX

6.7.1 Exigences réglementaires

Arrêté du 8 juillet 2003 relatif à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosive :

Article 11

Tout doit être mis en œuvre pour assurer que le lieu de travail, les équipements de travail et tout dispositif de raccordement associé mis à la disposition des travailleurs, d'une part, ont été conçus, construits, montés et installés, et, d'autre part, sont entretenus et utilisés de manière à réduire au maximum les risques d'explosion ; si néanmoins une explosion se produit, tout doit être fait pour en maîtriser, ou réduire au maximum, la propagation sur le lieu de travail et dans les équipements de travail. Sur ces lieux de travail, des mesures appropriées sont prises pour réduire au maximum les effets physiques potentiels d'une explosion sur les travailleurs.

6.7.1.1 Maintenance et inspection des équipements en zone ATEX

Ce paragraphe concerne :

- les matériels électriques et non électriques en zones dangereuses ainsi que les matériels associés,
- les matériels situés hors zone dangereuse mais permettant de prévenir ou limiter le risque d'explosion (système de ventilation, détecteurs, évènements d'explosion, clapet anti retour, arrêt d'urgence, arrête flamme, ...) qui seront désignés comme Equipements Importants Pour la Sécurité ATEX dans la suite.

Il convient que l'employeur :

- identifie les équipements importants pour la sécurité (ATEX). Il s'agit des équipements participant à la maîtrise du risque d'explosion sur le site (protection ou prévention contre les explosions : limitation de l'étendue ou du niveau d'une zone ATEX, limitation des conséquences d'une explosion). Le bon état de fonctionnement de ces équipements doit être évalué. Ces matériels doivent être maintenus en état par une maintenance adaptée et devront faire l'objet d'une vérification périodique (à définir en fonction du retour d'expérience et selon la criticité de l'équipement).
- définisse la périodicité des inspections des matériels en zone ATEX (suite à l'audit initial),
- détermine la façon dont seront traités les non conformités relevées au cours des inspections ou de la surveillance continue,
- définisse le plan de maintenance des matériels en zone ATEX et des équipements importants pour la sécurité (ATEX),
- garantisse la traçabilité et le suivi des modifications, des réparations, des opérations de maintenance et de toute opération sur les matériels,
- s'assure de la formation adéquate du personnel de maintenance (employeur et entreprises extérieures).

EIPS ATEX	Moyen de prévention contre les explosions	Moyen de protection contre les conséquences d'une explosion	Maintenance / entretien & Vérification périodique
Ventilation des locaux : local de charge	x		La ventilation de tous les bâtiments est soumise à un préventif annuel Le débit de ventilation est contrôlé

6.7.1.2 Achat de matériel neuf

L'employeur devra porter une attention particulière aux personnels des achats, chargés d'acheter des matériels ATEX. En outre, les éléments suivants doivent être pris en compte dans les spécifications d'achat :

Zone d'installation du matériel / catégorie de matériel requise	<p>Catégorie 1G utilisable en zone 0, 1 et 2</p> <p>Catégorie 2G utilisable en zone 1 et 2</p> <p>Catégorie 3G utilisable en zone 2</p> <p>Catégorie 1D utilisable en zones 20, 21 et 22</p> <p>Catégorie 2D utilisable en zone 21 et 22</p> <p>Catégorie 3D utilisable en zone 22</p>
Groupe de gaz	<p>IIA, IIB ou IIC (pour les zones gaz et vapeur)</p> <p>IIIA, IIIB et IIIC (pour les poussières)</p>
Classe de température / température de surface maximale	<p>Pour les gaz et vapeurs : T6 : 85°C / T5 : 100°C / T4 : 135°C / T3 : 200°C / T2 : 300°C / T1 : 450°C. Cette température ne devra pas dépasser la température d'auto inflammation (TAI) avec une marge de sécurité suffisante le cas échéant (voir EN 1127-1).</p> <p>Pour les poussières : la température de surface maximale. Cette température ne devra pas dépasser la $T_{\text{auto-inflammation en nuage}}$ et la $T_{\text{auto-inflammation en couche de 5 mm}}$ avec une marge de sécurité suffisante le cas échéant (voir EN 1127-1).</p>
Contrôle de la documentation lors de la réception du matériel ATEX	<p>Au minimum :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le marquage, - la déclaration CE de conformité, - les attestations d'examen CE de type le cas échéant, - la notice d'utilisation originale accompagnée de sa traduction dans la ou les langues du pays d'utilisation. <p>Ces documents devront être conservés (gestion documentaire à mettre en place) par l'exploitant. Ils seront nécessaires lors des inspections et de la maintenance sur les équipements ATEX.</p>
Conditions spécifiques d'utilisation	<p>Il convient de s'assurer que l'équipement sera installé et utilisé conformément à la notice du constructeur (par exemple, installation à proximité d'une source chaude impactant la plage de température ambiante à proximité de l'équipement, etc.).</p>

Rappel : Lors de l'achat d'une prestation en zone ATEX (maintenance, classement de zone ou autre), une attention particulière devra être portée à la formation des personnes intervenant.

7. Analyse des risques d'explosion

7.1 Exigences réglementaires

Article R. 4227-44 du code du travail :

Afin d'assurer la prévention des explosions et la protection contre celles-ci, l'employeur prend les mesures techniques et organisationnelles appropriées au type d'exploitation sur la base des principes de prévention et dans l'ordre de priorité suivant :

1° Empêcher la formation d'atmosphères explosives ;

2° Si la nature de l'activité ne permet pas d'empêcher la formation d'atmosphères explosives, éviter leur inflammation ;

3° Atténuer les effets nuisibles d'une explosion pour la santé et la sécurité des travailleurs.

Article R. 4227-46 du Code du travail :

L'employeur évalue les risques créés ou susceptibles d'être créés par des atmosphères explosives en tenant compte au moins :

1° De la probabilité que des atmosphères explosives puissent se présenter et persister ;

2° De la probabilité que des sources d'inflammation, y compris des décharges électrostatiques, puissent se présenter et devenir actives et effectives ;

3° Des installations, des substances et préparations utilisées, des procédés et de leurs interactions éventuelles ;

4° De l'étendue des conséquences prévisibles d'une explosion.

7.2 Introduction

L'objectif de ce chapitre est de présenter une méthode d'analyse des risques d'explosion afin de statuer de façon semi-quantitative sur l'existence d'un risque d'explosion. L'analyse menée dans le cadre de la réalisation du DRPE doit permettre de proposer une hiérarchisation des risques d'explosion induits par les installations. La méthode mise en œuvre repose sur :

- la qualification de la probabilité de défaillance des matériels, du process ou des interventions humaines induisant une source potentielle d'ignition,
- la qualification de la probabilité d'explosion induite en fonction de la zone ATEX dans laquelle l'analyse est menée,
- la qualification de la gravité de l'explosion potentielle en fonction des locaux pour lesquels l'analyse est menée.

A l'issue de cette analyse, les risques d'explosion sont qualifiés au travers de 7 niveaux de risque. Cette hiérarchisation des risques permet de s'assurer que le risque d'explosion est maîtrisé ou de définir avec quelle priorité les mesures correctives doivent être mises en œuvre.

7.3 Méthode d'analyse du risque d'explosion

La méthode d'analyse mise en œuvre s'appuie sur un recensement des sources d'inflammation susceptibles d'être présentes dans des zones ATEX. Cette mise en regard des sources d'ignition et des différents types de zones permet de statuer de façon semi-quantitative sur l'existence d'un risque d'explosion.

D'autre part, la présence de moyens de protection contre les effets potentiels d'une explosion permet de statuer sur la gravité d'une situation dangereuse.

7.3.1 Méthodologie

La probabilité d'explosion est la probabilité que soient présentes simultanément une source d'inflammation et une atmosphère explosive. Le couple gravité – probabilité d'explosion donne le niveau de criticité, ou niveau de risque d'explosion permettant de définir si le risque est acceptable ou inacceptable.

Les échelles retenues sont présentées ci-après.

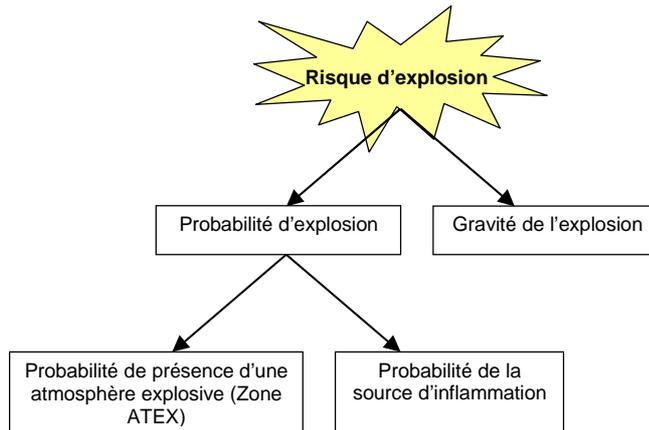
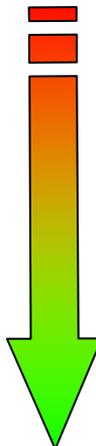


Figure 1 : analyse du risque d'explosion

7.3.2 Evaluation du risque d'explosion

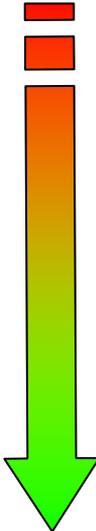
7.3.2.1 Probabilité de présence d'une atmosphère explosive

Le niveau de la zone ATEX définit une probabilité de présence d'une atmosphère explosive. Les emplacements dangereux sont classés en zones en fonction de la nature, de la fréquence ou de la durée de présence d'une atmosphère explosive. On rappelle les définitions fournies par l'arrêté du 8 juillet 2003 relatif à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosive.



Niveau de probabilité d'une atmosphère explosive	
Z0 / 20	Zone 0 (respectivement 20) : emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard (respectivement poussières) est présente en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.
Z1 / 21	Zone 1 (respectivement 21) : emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard (respectivement poussières) est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.
Z2 / 22	Zone 2 (respectivement 22) emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard (respectivement poussières) n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou n'est que de courte durée, s'il advient qu'elle se présente néanmoins.
HZ	Hors zone dangereuse au sens de la réglementation ATEX

Tableau 1 : matrice de classement de zone ATEX

7.3.2.2 Probabilité de présence d'une source d'inflammation


Niveau de probabilité d'une source d'inflammation		
I3	Fonctionnement normal	Ce niveau de probabilité est caractéristique d'une source d'inflammation potentiellement présente en permanence lors du déroulement normal du process. Ce niveau de probabilité inclut également les cas où la source d'inflammation est susceptible d'apparaître périodiquement en fonctionnement normal. A titre d'exemple, l'utilisation d'un téléphone portable non certifié ATEX constitue une source d'inflammation en fonctionnement normal.
I2	Dysfonctionnement prévisible	Ce niveau de probabilité est caractéristique d'une inflammation induite par une mauvaise manipulation ou encore une dérive prévisible du process.
I1	Dysfonctionnement rare	Ce type de source d'inflammation est susceptible de survenir uniquement en cas de défaut rare (ou en cas de double défaut).
I0	Apparition improbable	

Tableau 2 : matrice de probabilité des sources d'inflammation7.3.2.3 Probabilité d'explosion

La probabilité d'explosion est la probabilité que soient présents simultanément une source d'inflammation et une atmosphère explosive.

Les seuils retenus pour quantifier le risque d'apparition d'une explosion sont les suivants :

- E3 : explosion très probable
- E2 : explosion probable
- E1 : explosion peu probable
- E0 : explosion improbable

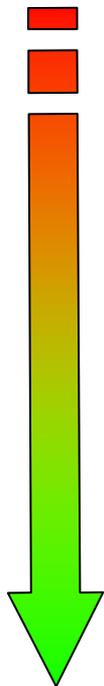
Les seuils de probabilité d'apparition d'une explosion dépendant du type de zone et de la probabilité de la source d'inflammation sont alors les suivants :

		Zones ATEX			
		Z0	Z1	Z2	Hors Zone
Probabilité d'une source d'inflammation	I0	E0	E0	E0	E0
	I1	E1	E0	E0	E0
	I2	E2	E1	E0	E0
	I3	E3	E2	E1	E0

Tableau 3 : matrice de probabilité d'explosion

7.3.2.4 Echelle de gravité

Le choix des niveaux de gravité doit être approprié à la philosophie de la réglementation ATEX, dont on rappelle qu'elle concerne la **protection des travailleurs**.



Echelle de gravité		
G3	Catastrophique	Les effets de l'explosion engendrée par l'inflammation de produits inflammables ont des conséquences graves sur les personnes (décès) et les biens (destruction partielle) au-delà des espaces dans lesquels le procédé est mis en œuvre.
G2	Majeure	La surpression engendrée par une explosion ayant une gravité majeure produit des conséquences majeures au niveau du procédé lui-même. Exemple : explosion d'un atelier équipé de surfaces éventables bien dimensionnées. Dans l'atelier, les conséquences sur les biens et les personnes sont majeures. Les conséquences hors de l'atelier se limitent à des surpressions limitées ou des projections de fragments d'événements.
G1	Mineure	Une surpression de ce type a des conséquences mineures sur les biens (dégradations peu importantes) et les personnes (blessés légers) se situant dans le périmètre proche du procédé concerné. Exemple : explosion confinée dans un bunker ; les conséquences sur les biens et les personnes proches du bunker sont mineures.
G0	Négligeable	La surpression engendrée est sans effet dangereux pour les biens et les personnes.

Tableau 4 : matrice de gravité

La gravité tient également compte de la quantité de produit mise en jeu dans l'explosion potentielle. Dans la suite de l'analyse, l'impact de la quantité sur la gravité sera précisée lorsque cela sera justifié.

7.3.2.5 Risque d'explosion

Le risque peut être évalué comme le produit d'une probabilité d'explosion par la gravité des conséquences de l'explosion engendrée.

Le risque d'explosion induit par une source d'inflammation potentielle est le résultat du produit de la gravité de cette inflammation potentielle par la probabilité d'explosion (Risque d'explosion = Probabilité d'explosion x Gravité). Sept niveaux de risques sont définis. Toutes les situations dangereuses recensées ci-après (risque différent de R0) doivent être modifiées.

Les différents seuils de risque peuvent être représentés par la matrice suivante :

		Gravité			
		G0	G1	G2	G3
Probabilité d'explosion	E0	R0	R0	R0	R0
	E1	R0	R1	R2	R3
	E2	R0	R2	R4	R6
	E3	R0	R3	R6	R9

Tableau 5 : matrice du risque d'explosion

7.4 Typologie des sources d'inflammation à prendre en compte

Les différentes sources d'inflammation susceptibles d'initier une réaction d'explosion des atmosphères explosives sont présentées ci-dessous

- sources d'inflammation liées aux équipements. Les équipements électriques et non électriques installés en zone explosible sont susceptibles de constituer des sources d'inflammation. Les mécanismes d'inflammation peuvent être très divers : surface chaude, étincelle d'origine électrique, étincelle d'origine mécanique (choc, frottement), décharge électrostatique, etc. Le contrôle d'adéquation effectué préalablement à la présente étude a permis d'identifier les appareils et équipements susceptibles de constituer une source d'inflammation (cf. rapport d'adéquation des installations). Pour les équipements jugés conformes vis-à-vis des exigences ATEX, la probabilité qu'ils constituent une source d'allumage est suffisamment faible pour que le risque d'explosion soit jugé acceptable au sens de la réglementation ATEX.
- sources d'inflammation liées aux structures et process (défaut de mise à la terre de canalisations chargées par la circulation d'un fluide, dérive de température d'un procédé conduisant à une surface chaude supérieure à la température d'auto inflammation du produit générant l'ATEX, foudre, revêtement plastique au sol susceptible de se charger...)
- sources d'inflammation liées aux interventions humaines (erreurs humaines liées à un manque de qualification, à un manque d'information sur le risque, vêtements de travail inadaptés, absence de procédure adaptée, source d'inflammation générée par une opération de maintenance, circulation d'un engin en zone...). On ne prend ici en considération que le risque humain dans le cadre du travail effectué sur le site et concernant le personnel placé sous la responsabilité du chef d'établissement. Les principales mesures organisationnelles de prévention contre le risque d'explosion, décrites au chapitre 6, seront prises en compte dans l'analyse.

7.5 Analyse du risque d'explosion pour le site RPC de Montpont en Bresse (71)

L'analyse du risque d'explosion est réalisée pour chaque local / installation / bâtiment concerné par l'ATEX.

- Ensemble du réseau gaz,
- Petits broyeurs
- Gros broyeur
- Bouteille de propane
- Local de charge batteries

Tableau d'analyse de Risque / Réseau Gaz

Unités de travail concernées et zone ATEX associée	Zone ATEX associée	CAUSES : Sources d'inflammation les plus probables	MESURES DE PREVENTION EXISTANTES	I : Proba de la source d'inflammation	E : Probabilité d'explosion	G : Gravité	R : Risque	ACTIONS DE PREVENTION OU DE PROTECTION POUR REDUIRE LE NIVEAU DE RISQUE	I : Proba de la source d'inflammation	E : Probabilité d'explosion	G : Gravité	R : Risque
Liée aux Equipements												
Réseau gaz	2	Absence d'équipement dans les zones autour des raccords et brides		0	0	2	0	Mise en place d'un contrôle d'étanchéité sur le réseau gaz	1	0	2	0
Liée aux interventions humaines												
Ensemble des zones ATEX sur le réseau gaz	2	- Matériels électroniques (portables et autres) - Cigarette/ Flamme nue	Interdiction de fumer sur le site	2	0	3	0	Formaliser les interdictions de fumer ou d'approcher avec une flamme nue au niveau de chaque zone ATEX	1	0	3	0
	2	- Personnel non qualifié intervenant en zone (opérateur, maintenance, etc.)		3	1	3	3	Sensibiliser le personnel au risque ATEX (personnel de production et encadrement,...)	1	0	3	0
	2	- Intervention en zone sans précautions particulières en l'absence de signalisation des zones ATEX (personnel de l'établissement et entreprises sous traitante)		3	1	3	3	Signaler les zones ATEX (symbole Ex) Intégrer les zones ATEX au niveau des documents d'accueil et des plans de prévention.	1	0	3	0
	2	Travaux impliquant la mise en œuvre en zone: - d'une flamme nue ou d'un point chaud, d'une étincelle, - des chocs métal/métal. - D'outils de travail (équipements électriques) non appropriés	Permis de feu	2	0	3	0	Procédure d'intervention spécifique à établir pour les interventions sur réseau gaz	1	0	3	0
	2	Dégradation, endommagement, défaut de maintenance des équipements....	Contrat d'entretien de la chaudière	2	0	3	0	Ne pas encombrer la ventilation basse en chaufferie Etablir un plan du réseau et signaler les vannes de coupure Maintenance préventive sur le réseau, maintien en état du réseau Mise en place d'un contrôle d'étanchéité sur le réseau gaz	1	0	3	0

Tableau d'analyse de risque / Petits broyeurs

Unités de travail concernées et zone ATEX associée	Zone ATEX associée	CAUSES : Sources d'inflammation les plus probables	MESURES DE PREVENTION EXISTANTES	I : Proba de la source d'inflammation	E : Probabilité d'explosion	G : Gravité	R : Risque	ACTIONS DE PREVENTION OU DE PROTECTION POUR REDUIRE LE NIVEAU DE RISQUE	I : Proba de la source d'inflammation	E : Probabilité d'explosion	G : Gravité	R : Risque
Liée aux Equipements												
Gaines d'aspiration	21	Electricité statique		3	2	2	4	Les gaines et les parties métalliques doivent être reliées entre-elles pour former une liaison équipotentielle connectée à la terre. Vérifier la continuité électrique périodiquement	0	0	2	0
Liée aux interventions humaines												
Gaines d'aspiration	21	Travaux impliquant la mise en œuvre en zone: - d'une flamme nue ou d'un point chaud, d'une étincelle,...	Permis de feu	2	1	2	2	Intégrer les zones ATEX dans l'élaboration des permis de feu et les plans de prévention	1	0	2	0
	21	Dégradation, endommagement, défaut de maintenance des équipements : accumulation de poussières		2	1	2	2	Etablir une procédure pour les opérations de nettoyage	1	0	2	0

Tableau d'analyse de risques / Gros broyeur

Unités de travail concernées et zone ATEX associée	Zone ATEX associée	CAUSES : Sources d'inflammation les plus probables	MESURES DE PREVENTION EXISTANTES	I : Proba de la source d'inflammation	E : Probabilité d'explosion	G : Gravité	R : Risque	ACTIONS DE PREVENTION OU DE PROTECTION POUR REDUIRE LE NIVEAU DE RISQUE	I : Proba de la source d'inflammation	E : Probabilité d'explosion	G : Gravité	R : Risque
Liée aux Equipements												
Dépoussiéreur : gaines d'aspiration	20	Electricité statique		3	3	2	6	S'assurer de l'utilisation d'éléments filtrants antistatiques Les gaines et les parties métalliques doivent être reliées entre-elles pour former une liaison équipotentielle connectée à la terre. Vérifier la continuité électrique périodiquement	0	0	2	0
Liée aux interventions humaines												
Dépoussiéreur : avant les filtres	21	Personnel non qualifié intervenant en zone (exemple maintenance des filtres etc.)		3	2	2	4	Sensibiliser le personnel au risque ATEX	1	0	2	0
	21	Intervention en zone sans précautions particulières en l'absence de signalisation des zones ATEX (personnel de l'établissement et entreprises sous traitante)		3	2	2	4	Signaler les zones ATEX (symbole Ex) Intégrer les zones ATEX au niveau des documents d'accueil et des plans de prévention.	1	0	2	0
	21	Travaux impliquant la mise en œuvre en zone: - d'une flamme nue ou d'un point chaud, d'une étincelle,...	Permis de feu	2	1	2	2	Intégrer les zones ATEX dans l'élaboration des permis de feu et les plans de prévention	1	0	2	0
	21	Dégradation, endommagement, défaut de maintenance des équipements.		3	2	2	4	Suivre les consignes constructeurs (vérification et remplacement des filtres par exemple) Assurer une formation spécifique au personnel de maintenance Etablir une procédure pour les opérations de nettoyage	1	0	2	0

Tableau d'analyse de risques / Bouteille de propane

Unités de travail concernées et zone ATEX associée	Zone ATEX associée	CAUSES : Sources d'inflammation les plus probables	Mesures de prévention existantes	I : Proba de la source d'inflammation	E : Probabilité d'explosion	G : Gravité	R : Risque	ACTIONS DE PREVENTION OU DE PROTECTION POUR REDUIRE LE NIVEAU DE RISQUE	I : Proba de la source d'inflammation	E : Probabilité d'explosion	G : Gravité	R : Risque
Liée aux Equipements												
Poste chalumeau propane	2	Absence de matériel en zone		0	0	2	0		0	0	2	0
Liée aux interventions humaines												
Poste chalumeau propane	2	Dégradation, endommagement, défaut de maintenance des équipements	Bouteilles attachées sur chariot	2	0	2	0	Rappel des bonnes pratiques : bien refermer les bouteilles, mise en place du chapeau de protection Veiller à la maintenance préventive sur les flexibles	1	0	2	0

Tableau d'analyse de risques / Local de charge batterie

Unités de travail concernées et zone ATEX associée	Zone ATEX associée	CAUSES : Sources d'inflammation les plus probables	MESURES DE PREVENTION EXISTANTES	I : Proba de la source d'inflammation	E : Probabilité d'explosion	G : Gravité	R : Risque	ACTIONS DE PREVENTION OU DE PROTECTION POUR REDUIRE LE NIVEAU DE RISQUE	I : Proba de la source d'inflammation	E : Probabilité d'explosion	G : Gravité	R : Risque
Liée aux Equipements												
Local de charge batterie	1	Absence de matériel en zone		0	0	2	0	Délimiter la zone de charge au sol de manière à éviter la proximité de matériel dans les 50 cm autour de la batterie	0	0	2	0
Liée aux interventions humaines												
Local de charge batterie	1	Personnel non qualifié intervenant en zone		3	2	2	4	Sensibiliser le personnel au risque ATEX	1	0	2	0
	1	Intervention en zone sans précautions particulières en l'absence de signalisation des zones ATEX (personnel de l'établissement et entreprises sous traitante)		3	2	2	4	Signaler les zones ATEX (symbole Ex) Intégrer les zones ATEX au niveau des documents d'accueil et des plans de prévention Délimiter les zones de charges au sol	1	0	2	0
	1	Travaux impliquant la mise en œuvre en zone: - d'une flamme nue ou d'un point chaud, d'une étincelle, - des chocs métal/métal. - D'outils de travail (équipements électriques) non appropriés	Permis de feu	2	1	2	2	Intégrer les zones ATEX dans l'élaboration des permis de feu et des plans de prévention	1	0	2	0
	1	Dégradation, endommagement, défaut de maintenance des équipements : défaut de ventilation		3	2	2	4	Maintenance préventive sur la ventilation, contrôle du débit de ventilation.	1	0	2	0
	1	Mise en charge des batteries capot fermé		3	2	2	4	Afficher une consigne rappelant l'obligation d'ouvrir le capot pour la mise en charge des batteries	1	0	2	0

8. Conclusions /recommandations

L'objectif du présent rapport est de démontrer, au travers d'une analyse de risques, que les risques d'explosion liés aux installations fixes, lieux de travail et aux équipements sont maîtrisés et, le cas échéant, de quantifier les risques résiduels afin de hiérarchiser les situations dangereuses nécessitant l'établissement d'un plan d'action.

La maîtrise de certains risques d'explosion peut se faire par des mesures techniques et organisationnelles comme le déplacement d'équipements, la formation du personnel, la mise en place de procédures d'intervention en zone, le déclassement de zones ATEX etc.

Il conviendra que RPC mette en œuvre les moyens appropriés pour maîtriser les risques résiduels mis en évidence dans l'analyse de risques ci-dessus.

Tableau de synthèse de l'analyse de risques et des recommandations :

Secteurs	Affichage ATEX à mettre en place 	Type de Zone	Risque	Obligations / recommandations
Réseau gaz	OUI	Zone 2 autour des raccords et bride	Fuite	Contrôle d'étanchéité sur réseau gaz Maintien en état du réseau gaz Etablir un plan du réseau et signaler les vannes de coupure Ne pas encombrer la ventilation en partie basse à la chaufferie
Petits broyeurs	OUI	Zone 21 dans les gaines	Transfert de matière	Contrôle des liaisons équipotentielles Procédure de nettoyage
Dépoussiéreur	OUI	Zone 20, 21 et 22	Aspiration poussières	Contrôle des liaisons équipotentielles S'assurer de l'utilisation d'éléments filtrants antistatiques Procédure de nettoyage Procédure de changement des éléments filtrants
Chalumeau propane	OUI	Zone 2	Fuite	Respect des bonnes pratiques : refermer les bouteilles, mise en place des chapeaux de protection, contrôle de l'état des flexibles
Charge batterie	OUI	Zone 1	Dégagement d'hydrogène pendant la charge	Maintenance préventive sur la ventilation et contrôle du débit de ventilation Délimiter la zone de charge au sol Afficher les consignes de charge (exemple fourni en annexe)
Tous				Sensibiliser le personnel sur les risques ATEX Intégrer les zones ATEX aux documents d'accueil, plans de prévention, permis de feu

Annexe 1 : Classement de zone selon la norme EN 60079-10 -1 : 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 fréquence et la durée probable de dégagement de matière inflammable susceptible de créer une atmosphère explosive. La norme EN 60079-10-1 : 2009 définit 3 degrés de dégagement : continu, premier et second.
- *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 60079-10-1 : 2009 : bonne, assez bonne, 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 60079-10-1 : 2009 : fort, moyen, faible.

Degré de dégagement	Ventilation						
	Degré						
	Fort			Moyen			Faible
	Disponibilité						
Bonne	Assez bonne	Médiocre	Bonne	Assez bonne	Médiocre	Bonne, assez bonne ou médiocre	
Continu	(Zone 0 EN) Zone non dangereuse	(Zone 0 EN) Zone 2	(Zone 0 EN) Zone 1	Zone 0	Zone 0 + 2	Zone 0 + 1	Zone 0
Premier	(Zone 1 EN) Zone non dangereuse	(Zone 1 EN) Zone 2	(Zone 1 EN) Zone 2	Zone 1	Zone 1 + 2	Zone 1 + 2	Zone 1 ou zone 0 ⁽¹⁾
Second⁽²⁾	(Zone 2 EN) Zone non dangereuse	(Zone 2 EN) Zone non dangereuse	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 1 et même zone 0 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ : sera une zone 0 si la ventilation est si faible et le dégagement tel qu'en pratique une atmosphère explosive soit présente de façon pratiquement permanente (situation proche d'une situation d'absence de ventilation).

⁽²⁾ : la région en zone 2 créée par un dégagement de deuxième degré peut dépasser celle qui est attribuable à un dégagement de premier degré ou de degré continu ; dans ce cas, il convient de prendre la plus grande distance.

EN : zone théorique dont l'étendue serait négligeable dans les conditions normales.

Annexe 2 : Détermination du degré 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 EN 60079-10-1 : 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 EN 60079-10-1 : 2009 : bonne, assez bonne, médiocre.
- *Le degré par rapport à une source de dégagement* : Le débit de ventilation minimal théorique pour diluer un dégagement donné de matière inflammable jusqu'à une concentration donnée inférieure à la limite inférieure d'explosivité (LIE) peut se calculer grâce à la formule suivante :

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

Où

- $(dV / dt)_{\min}$ est le débit volumique minimal d'air frais [m^3/s],
- $(dG / dt)_{\max}$ est le taux de dégagement maximal à la source [kg/s],
- **LIE** est la limite inférieure d'explosivité [kg/m^3],
- **k** est un facteur de sécurité appliqué à la LIE. Pour les sources de degré continu ou premier, la valeur de k est usuellement prise égale à 0,25. Pour les degrés second, la valeur de k est prise égale à 0,5.
- **T** est la température de l'air dans le local [K].

Le volume théorique d'atmosphère potentiellement explosive autour de la source de dégagement (noté V_z) peut alors être estimé au moyen de la formule suivante :

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

Où

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

C est le nombre de renouvellements d'air frais par unité de temps (s^{-1}).

Le volume V_z représente le volume théorique au delà duquel la concentration moyenne de gaz sera inférieure à k fois la LIE. Dans ce cas, V_z n'est pas représentatif du volume réel de mélange explosible susceptible de se former lors d'une fuite puisque son calcul ne prend pas en compte la répartition locale des flux de ventilation, cependant comme cela est indiqué dans la norme EN 60079-10-1 : 2009, le volume V_z est utilisé pour fournir un moyen de noter de façon macroscopique la ventilation comme forte, moyenne ou faible.

Le degré de ventilation sera considéré comme fort uniquement lorsqu'une évaluation du risque montre que l'étendue de dommage potentiel dû à une augmentation soudaine de la température et/ou de la pression, par suite de l'inflammation d'une atmosphère explosive de volume égal à V_z est négligeable. Les conditions ci-dessus s'appliquent si $V_z < 0,1 \text{ m}^3$ et $V_z < 1\% V$ (V = volume de la pièce/local). Les ventilations de degré fort sont généralement des ventilations artificielles locales autour d'une source, appliquées à des petits emplacements ou à des taux de dégagement très faibles.

Si le volume théorique V_z est du même ordre de grandeur que le volume total de la pièce (soit V_z/V inférieur à 100%), la ventilation est considérée comme moyenne. La concentration de produit inflammable dans l'air est alors maîtrisée, ce qui conduit à une situation stable dans laquelle la concentration au-delà de la limite de la zone est inférieure à la LIE pendant que le dégagement est en cours, et dans laquelle l'atmosphère explosive ne persiste pas de façon indue après la fin du dégagement.

Si le volume théorique est supérieur au volume de la pièce, la ventilation est faible : la concentration en gaz n'est pas maîtrisée et l'atmosphère explosive persiste après la fin du dégagement.

Ainsi pour chaque source de dégagement, la disponibilité et le degré de ventilation vont être évalués pour pouvoir définir le niveau de danger et le type de zone correspondant autour de la source de dégagement.

Annexe 3 : Rappels sur le cadre légal

1. Aspects de la réglementation européenne en vigueur dans les zones à risque d'explosion

1.1 Installations présentant un 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^{er} juillet 2003, et sa transcription dans le droit français fait l'objet des textes suivants :

- Décret n° 2002-1553 du 24 décembre 2002 relatif a ux dispositions concernant la prévention des explosions applicables aux lieux de travail
- Décret n° 2002-1554 du 24 décembre 2002 relatif a ux 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. 4227-42 à R. 4227-54 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.

- **Zone 20** : Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est présente dans l'air en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.
- **Zone 21** : Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.
- **Zone 22** : Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles 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.

1.2 Appareils destinés à être utilisés en atmosphère 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 :

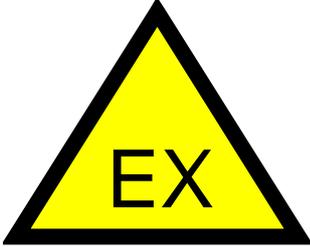
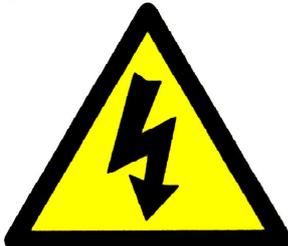
Niveau de protection	Catégorie	Manière d'assurer la protection	Conditions d'exploitation
----------------------	-----------	---------------------------------	---------------------------

Très élevé	1	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 zones 0, 1, 2 et/ou 20, 21, 22
Elevé	2	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 zones 1, 2 et/ou 21, 22
Normal	3	Adaptée à une exploitation normale	L'équipement reste sous tension et continue à fonctionner dans les zones 2 et/ou 22

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.

FICHE DE POSTE : Zone de chargement des batteries de chariot de manutention			
PRINCIPAUX RISQUES AU POSTE :			
Emplacement où une atmosphère explosive peut se présenter	Dimension de la zone à risque : Volume de 0,5 m autour de la batterie en charge		
Risque électrique lors de maintenance sur les parties sous tension			
Risque chimique (produit corrosif : acide) lors du remplissage de la batterie			
OPERATION	RISQUES	EPI OBLIGATOIRES	CONSIGNES
Chargement de la batterie	Risque d'explosion (dégagement d'hydrogène pendant la charge) 		<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Connecter la batterie avant le chargeur <input type="checkbox"/> Réaliser la charge uniquement capot ouvert afin d'évacuer l'hydrogène. <input type="checkbox"/> Ne jamais déconnecter la batterie et le chargeur durant le chargement, déconnecter donc d'abord le chargeur et ensuite la batterie. <input type="checkbox"/> Ne jamais poser d'objets métalliques et d'outils sur les batteries <input type="checkbox"/> Interdiction d'apporter toute source d'inflammation (flamme nue, travaux par point chaud,...) ou équipement source d'inflammation non autorisé. 
Remplissage des batteries avec le produit corrosif (acide)	Risque corrosif 	Port de gant  De lunettes, 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Contrôler l'état des chariots et le niveau d'eau des batteries <input type="checkbox"/> Tenir les batteries sèches et propres <input type="checkbox"/> Ne jamais rajouter de l'acide <input type="checkbox"/> Rajouter de l'eau distillée après le chargement, remplir jusqu'au bas des filtres
Opération de maintenance sur les parties sous tension	Risque électrique 	Port de gant isolant 	