Etude ATEX standard

Préconisations des zones ATEX des projets BOBM®

Projet	BOBM®

N° document	MEA_TME_Etude ATEX standard BOBM
Première version	01/09/2021
Mise à jour	25/03/2022

Révision	Version	Ecrit par	Vérifié par
01	Version initiale	P. BARRIO	M. BONACORSI
02	Màj suite modifications	P. BARRIO	M. BONACORSI
03	Màj suite augmentation pression de service, ajout canne de prélèvement	P. BARRIO	M. BONACORSI
04	Màj évent (hinf) ; ajout regards en option	P. BARRIO	M. BONACORSI

11, rue Olivier de Serres – Rovaltain – Parc du 45ème parallèle – 26300 CHATEAUNEUF SUR ISERE
www.prodeval.eu | prodeval@prodeval.fr | 04 75 40 37 37

SOMMAIRE

PARTIE A : DESCRIPTION DE L'UNITE 5

A-I. GENERALITES 5

A-II. DESCRIPTION DE L'UNITE BOBM® 5

PARTIE B : METHODOLOGIE UTILISEE POUR L'ANALYSE DE RISQUE ATEX 6

B-I. GENERALITES 6

B-II. IDENTIFICATION DES PRODUITS SUSCEPTIBLES DE GENERER UNE ATMOSPHERE EXPLOSIBLE 6

B-III. RECENSEMENT DES EQUIPEMENTS METTANT EN ŒUVRE OU GENERANT DES PRODUITS SUSCEPTIBLES DE FORMER UNE ATMOSPHERE EXPLOSIBLE 6

B-IV. DETERMINATION DU DEGRE DE DEGAGEMENT 7

B-V. PRISE EN COMPTE DE LA VENTILATION POUR LA DETERMINATION DU ZONAGE ATEX 8

B-VI. DETERMINATION DU DEGRE DE DILUTION 8

B-VII. ÉTENDUE DES ZONES A ATMOSPHERE EXPLOSIVE 9

PARTIE C : DONNEES PROPRES AUX PRODUITS CNGREEN 9

C-I. PRODUITS MIS EN ŒUVRE ET SUSCEPTIBLE DE GENERER UNE ATEX 9

C-II. APPLICABILITE DE CETTE ETUDE 9

C-III. MESURES DE PREVENTION PROPRES A CERTAINS EQUIPEMENTS 10
C-III.1. TUYAUTERIES 10
C-III.2. COMPRESSEURS 10

PARTIE D : EVALUATION PRELIMINAIRE DU RISQUE 11

D-I. EQUIPEMENTS ET LIEUX CONCERNES PAR LE ZONAGE 11

D-II. CARACTERISATION DU TYPE ET DE LA DISPONIBILITE DE LA VENTILATION 11

D-III. IDENTIFICATION DES SOURCES DE DEGAGEMENT, ... 12

PARTIE E : ZONAGE ATEX 14

E-I. Conteneur compresseur 14
E-I.1. Compresseur ADILR9 (FOURNISSEUR ADICOMP) 14
E-I.2. Compresseur 2DA-300 (fournisseur FORNOVOGAS) 16

E-II. Vannes manuelles et automatiques dans le conteneur 18
E-II.1. Caractéristiques de la source de dégagement 18
E-II.2. Zonage ATEX considéré 18

E-III. event 20
E-III.1. Caractéristiques de la source de dégagement 20
E-III.2. Zonage ATEX considéré 20

PARTIE F : SYNTHESE DU ZONAGE ATEX 26

PARTIE A : DESCRIPTION DE L'UNITE

A-I. GENERALITES

Le procédé dans lequel s'inscrit cette étude est une solution économique de production et de distribution de BioGNV destinée aux producteurs de biogaz (méthanisations agricoles, industrielles ou territoriales). L'unité étudiée spécifiquement dans cette note correspond à la partie aval du procédé dont l'objectif est de fournir un biogaz à la pression de service requise.

A-II. DESCRIPTION DE L'UNITE BOBM®

L'unité est constituée des éléments suivants :

- Un compresseur,
- Un réseau de tuyauterie,
- Un regard béton
- Des équipements de contrôle et de mesure
- Deux regards béton en option

PARTIE B : METHODOLOGIE UTILISEE POUR L'ANALYSE DE RISQUE ATEX

B-I. GENERALITES

La méthodologie d'analyse des risques ATEX de l'installation suit la méthodologie proposée par PRODEVAL via la norme NF EN 60079-10-1 du 27 mai 2016, dont les étapes principales sont :

- L'identification des produits susceptibles de générer une atmosphère explosible, et détermination de leurs propriétés
- Le recensement des équipements mettant en œuvre ou générant des produits susceptibles de former une atmosphère explosive,
- Le recensement des paramètres de fonctionnement des installations (température, pression, volumes, débit, ventilation, …),
- L'identification des sources de dégagement
- Pour chaque source de dégagement, la détermination du taux de dégagement par calcul et du degré de dégagement sur la base de la fréquence et de la durée de dégagement probables
- Pour chaque source de dégagement, les conditions de ventilation et de dilution et leur efficacité
- Pour chaque source de dégagement, la définition des zones explosibles (type et étendue).

Le classement des zones est réalisé en considérant un fonctionnement normal de l'installation, incluant ses phases de démarrage, d'arrêt et de maintenance en excluant les phases de mise en service.

B-II. IDENTIFICATION DES PRODUITS SUSCEPTIBLES DE GENERER UNE ATMOSPHERE EXPLOSIBLE

L'inventaire de tous les fluides circulant dans l'installation est réalisé, et les propriétés de chacun de ces produits sont listées (LIE – LSE, masse molaire, point éclair, point d'ébullition, température minimale d'inflammation, pression de vapeur, densité de vapeur, limites d'inflammabilité, groupe de matériels et classe de température).

Les valeurs de ces grandeurs sont tirées de l'annexe B de la norme NF EN 60079-20-1 de juin 2010.

B-III. RECENSEMENT DES EQUIPEMENTS METTANT EN ŒUVRE OU GENERANT DES PRODUITS SUSCEPTIBLES DE FORMER UNE ATMOSPHERE EXPLOSIBLE

Tous les équipements et toutes les sources potentielles de dégagement de chaque équipement constituant le produit sont listés :

- Brides, raccords
- Tige de manœuvre des vannes de régulation
- Soupapes
- Garnitures de pompes, compresseurs et vannes
- Points d'évacuation des condensats
- Events
- Sorties de ventilations de zones ATEX

Section de fuite considérée conformément au tableau B1 de la norme EN60079-10-1	**Section d'alésage considérée (mm²)**
Brides avec joints en fibre basse pression (P<20 barg) en extérieur	0.05
Brides avec joints en fibre haute pression (P>20 barg) en extérieur	2.5
Brides avec joints en fibre en intérieur	0.05
Raccords à joints annulaires	0.25
Raccords à faible alésage jusqu'à 50 mm	0.05
Garnitures de tige de manœuvre	0.25
Compresseur	1 (si absence de zonage compressoriste)

B-IV. DETERMINATION DU DEGRE DE DEGAGEMENT

Après avoir identifié toutes les sources de dégagement potentielles, nous avons déterminé le degré de dégagement de ces sources.

Trois degrés de dégagement ont été identifiés en fonction de la fréquence et de la durée probable du dégagement

1. **Continu (continu - C)** : dégagement qui se produit en permanence ou dont on s'attend à ce qu'il se produise pendant de longues périodes

2. **Primaire (premier degré - P)** : dégagement dont on peut s'attendre à ce qu'il se produise de façon périodique ou occasionnelle en fonctionnement normal

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

Afin de statuer sur le degré de dégagement dans certains cas, le critère de durée de présence de matière inflammable présenté dans le Tableau 1 sera suivi.

Tableau 1: Critère quantitatif de détermination du degré de dégagement

Degré de dégagement	**Durée de présence d'une matière inflammable**
Continu (C)	> 1000 heures / an
Premier degré (P)	10 < heures / an < 1000
Deuxième degré (D)	Moins de 10 heures / an

Dégagement négligeable	< 1 heure / an

B-V. PRISE EN COMPTE DE LA VENTILATION POUR LA DETERMINATION DU ZONAGE ATEX

La ventilation joue un rôle prépondérant dans l'analyse des risques d'explosion. Pour la caractériser, nous nous basons sur le type de ventilation et sa disponibilité :

Le type de ventilation :

- naturelle,
- artificielle,
- générale ou localisée

Disponibilité de la ventilation :

- Bonne : la ventilation existe de façon pratiquement permanente
- Assez bonne : 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 courte période. La ventilation naturelle sera notamment considérée comme ayant une disponibilité assez bonne.
- Médiocre : la ventilation ne satisfait pas aux critères d'une ventilation très bonne ou bonne ; toutefois on ne s'attend pas à ce qu'il y ait d'interruptions prolongées.

B-VI. DETERMINATION DU DEGRE DE DILUTION

La dilution est considérée comme élevée, moyenne ou faible, suivant le graphique « figure C.1 » de la norme EN 60079-10 V2016.

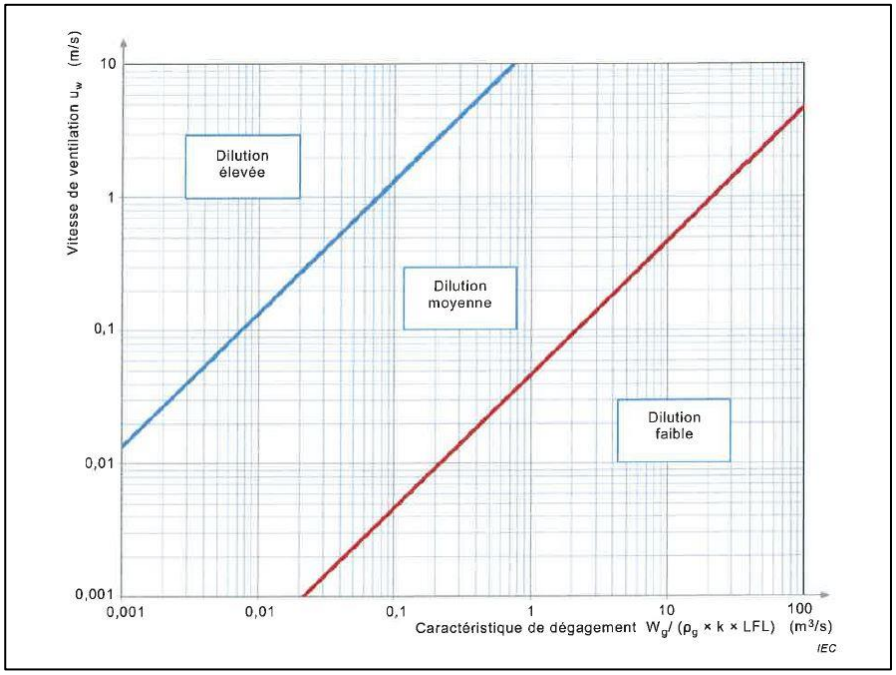


Figure 1 : graphique C1 permettant d'évaluer le degré de dilution

Le degré de dilution est établi en fonction de la caractéristique de dégagement calculée et de la vitesse de ventilation.

La caractéristique de dégagement est calculée principalement à partir de la LIE du mélange gazeux et du taux de dégagement du gaz.

Pour le calcul du taux de dégagement, la source de dégagement est caractérisée par une section de fuite et un coefficient de débit :

- Pour les dégagements secondaires, les sections de fuite sont choisies d'après le tableau B.1 de la norme EN 60079-10 de mai 2016 ou d'après leur valeur réelle
- Pour les dégagements primaires et continus, les sections de fuites sont calculées en fonction de la géométrie de la source de dégagement
- Le coefficient de débit est pris à 0,99 pour les orifices à surface régulière tels que les évents et les orifices de soupape et à 0,75 pour les orifices à surface irrégulière tels que les joints entre brides. Par défaut, lorsque la régularité de la surface de l'orifice est difficile à déterminer, un coefficient de débit de 0,82 est appliqué.

Le gaz étant du biométhane, un facteur de sécurité de 0.9 est appliqué à la LIE.

La vitesse de ventilation est calculée lorsqu'il y a une ventilation mécanique, et évaluée à partir du tableau C.1 de la norme EN 60079-10 de mai 2016 lorsque la ventilation est naturelle.

B-VII. ÉTENDUE DES ZONES A ATMOSPHERE EXPLOSIVE

Les zones à risque sont déterminées d'après la norme EN 60079-10-1.

Pour des caractéristiques de dégagement faibles, donnant des distances dangereuses inférieures à 1m, les résultats sont obtenus par extrapolation de la figure C.1 de la norme 60079-10-1.

PARTIE C : DONNEES PROPRES AUX PRODUITS CNGREEN

C-I. PRODUITS MIS EN ŒUVRE ET SUSCEPTIBLE DE GENERER UNE ATEX

Nom	Formule	Masse molaire (g/mol)	Densité relative par rapport à l'air	Indice polytropique de la détente adiabatique	Point d'éclair (°C)	Température d'inflammation (°C)	Point d'ébullition (°C)	Pression de vapeur à 25°C (hPa)	LII volumique (%)	LII massique (kg/m3)	LSI vol (%)	Groupe de matériel	Classe de T°C
Méthane	CH4	16	0,55	1,31	gaz	600	-162	-	4,4	0,029	17	IIA	T1

C-II. APPLICABILITE DE CETTE ETUDE

Ce guide technique est applicable au BOBM

Ce guide est basé sur une installation conçue suivant les PID suivants :

- BOBM 0.2_PRO_PID STD_910001_R06
- BOBM 0.5_PRO_PID STD_910001_R06
- BOBM 01_PRO_PID STD_910001_R06
- BOBM 02_PRO_PID STD_910001_R06
- BOBM 03_PRO_PID STD_910001_R06
- BOBM 04_PRO_PID STD_910001_R06
- BOBM 05_PRO_PID STD_910001_R06
- BOBM 06_PRO_PID STD_910001_R06

C-III. MESURES DE PREVENTION PROPRES A CERTAINS EQUIPEMENTS

C-III.1. TUYAUTERIES

Point de contrôle	Mesure en place
Contrôle fuite biogaz (méthane)	Contrôle périodique d'étanchéité des canalisations au niveau des points de fuites potentiels (plan de brides, vannes, piquages, etc. …)
Contrôle comburant (oxygène)	Néant
Contrôle ignition	Contrôle périodique de l'installation électrique Mise en place de tresses d'équipotentialité (électricité statique) Mise à la terre des canalisations
Mesures de prévention	Cf paragraphe mesures organisationnelles de prévention
Mesure de protection	Néant

C-III.2. COMPRESSEURS

Point de contrôle	Mesure en place
Contrôle teneur en méthane	Sans objet
Contrôle comburant (oxygène)	Sans objet
Contrôle ignition	Contrôle périodique de l'installation électrique. Mise en place de tresses d'équipotentialité (électricité statique) Mise à la terre des canalisations.
Mesures de prévention	/
Mesures de protection	/

PARTIE D : EVALUATION PRELIMINAIRE DU RISQUE

D-I. EQUIPEMENTS ET LIEUX CONCERNES PAR LE ZONAGE

La présente étude ATEX se limite uniquement à la définition du zonage ATEX pour les équipements installés par PRODEVAL.

Composant	N°	Equipement	Substance mise en œuvre	Risque ATEX
Conteneur compresseur	1	• Compresseur 91C550 • Brides aspiration et refoulement • Vanne de régulation/sectionnement • Refoulement ventilation	Biométhane	Oui
Tuyauterie alimentation compresseur	2	• 91MV553	Biométhane	Oui
Tuyauterie refoulement compresseur	3	• 91MV554	Biométhane	Oui
Ligne de purge 91_55040	4	• 91MV552	Biométhane	Oui
Ligne retour non conforme 91_5516 ; 91_5517	5	• 91 MV550 • 91XV550 • 91PCV550	Biométhane	Oui
Ligne Bypass 91_5519	6	• 91CV545	Biométhane	Oui
Ligne Event 91_5520	7	• 91PSV550 • PSVs compresseurs	Biométhane	Oui
Canne de prélèvement	8	• Brides • Vanne manuelle	Biométhane	Oui
Option 1 : regard BOBM/Epurateur	9	• Brides sur tuyauteries	Biométhane	Oui
Option 2 : regard BOBM/poste d'injection	10	• Brides sur tuyauteries	Biométhane	Oui

D-II. CARACTERISATION DU TYPE ET DE LA DISPONIBILITE DE LA VENTILATION

Une ventilation naturelle est considérée à l'extérieur, sa disponibilité est considérée bonne. Elle est évaluée à 0,5 m/s conformément à l'ISO NF 60079-10-1

Dans les regards en béton, la ventilation est considérée à 0,05 m/s

D-III. IDENTIFICATION DES SOURCES DE DEGAGEMENT,

N°	Désignation	TAG	Fuite maximale considérée	Localisation	Composition (%vol/vol)	LIE (%)	Pression maximale (barg)	T° gaz minimale (°C)	Pression ambiance refoulement (barg)	T° ambiance maximale (°C)
1	Conteneur compresseur	C550	Fuite déterminée par le fournisseur ADICOMP ou FORNOVOGAS	Conteneur compresseur	Biométhane	4,4	71	0	0	40
2	Vanne manuelle sur tuyauterie alimentation	91MV553	Garniture d'étanchéité Section de fuite de 0,25 mm²	Extérieur	Biométhane	4,4	16	0	0	40
3	Vanne manuelle sur tuyauterie refoulement	91MV554	Fuite au niveau des plans de brides et des vannes Section de fuite de 2,5 mm²	Extérieur	Biométhane	4,4	71	0	0	40
4	Vanne manuelle sur ligne bypass	91MV552	Fuite au niveau des plans de brides et des vannes Section de fuite de 2,5 mm²	Extérieur	Biométhane	4,4	71	0	0	40
5	Ligne retour non conforme 91_5516	91MV550 ; 91XV550 ; 91PCV550	Fuite au niveau des plans de brides et des vannes Section de fuite de 2,5 mm²	Extérieur	Biométhane	4,4	71	0	0	40
6	Ligne Bypass 91_5519	91CV545	Fuite au niveau des plans de brides et des vannes Section de fuite de 0,5 mm²	Extérieur	Biométhane	4,4	16	0	0	40

N°	Désignation	TAG	Fuite maximale considérée	Localisation	Composition (%vol/vol)	LIE (%)	Pression maximale (barg)	T° gaz minimale (°C)	Pression ambiance refoulement (barg)	T° ambiance maximale (°C)
7	Ligne évent	91PSV 550 PSVs compresseurs		Extérieur en hauteur	Gaz naturel CH_4	4,4	<0.5	0	0	40
8	Canne de prélèvement		Section de fuite sur garniture de tige de manœuvre de vanne manuelle 0.25 mm²	Intérieur regard béton	Gaz naturel CH_4	4,4	16	0	0	40
9	Option 1 : regard BOBM/Epurateur		Section de fuite sur plan de bride de 0.05 mm²	Intérieur regard béton	Gaz naturel CH_4	4,4	16	0	0	40
10	Option 2 : regard BOBM/poste d'injection		Section de fuite sur plan de bride de 0.05 mm²	Intérieur regard béton	Gaz naturel CH_4	4,4	71	0	0	40

Tableau 2: Identification des sources de dégagement,

PARTIE E : ZONAGE ATEX

E-I. CONTENEUR COMPRESSEUR

E-I.1. Compresseur ADILR9 (FOURNISSEUR ADICOMP)

Le fournisseur du compresseur propose le zonage suivant pour le compresseur

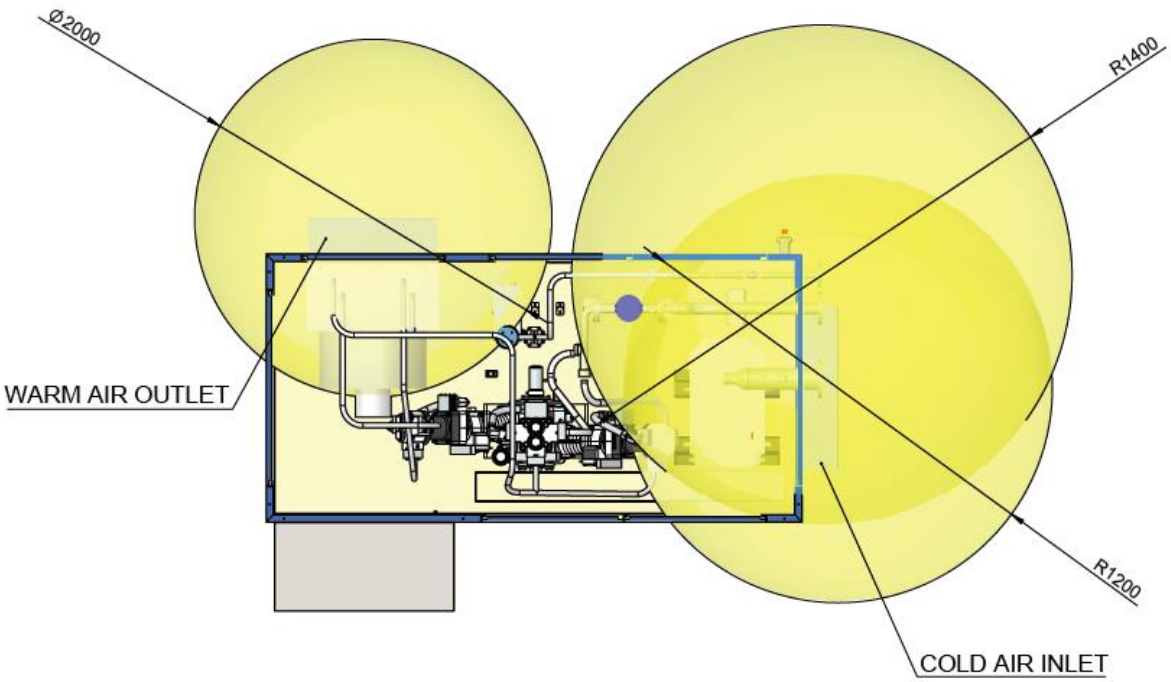


Figure 2 Zonage ATEX de l'ADICOMP 1/3

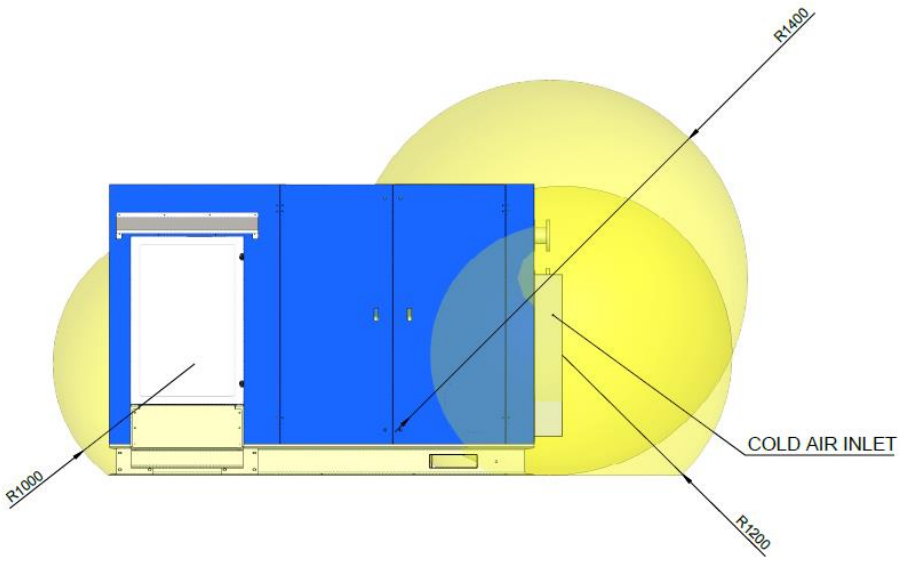


Figure 3 Zonage ATEX de l'ADICOMP 2/3

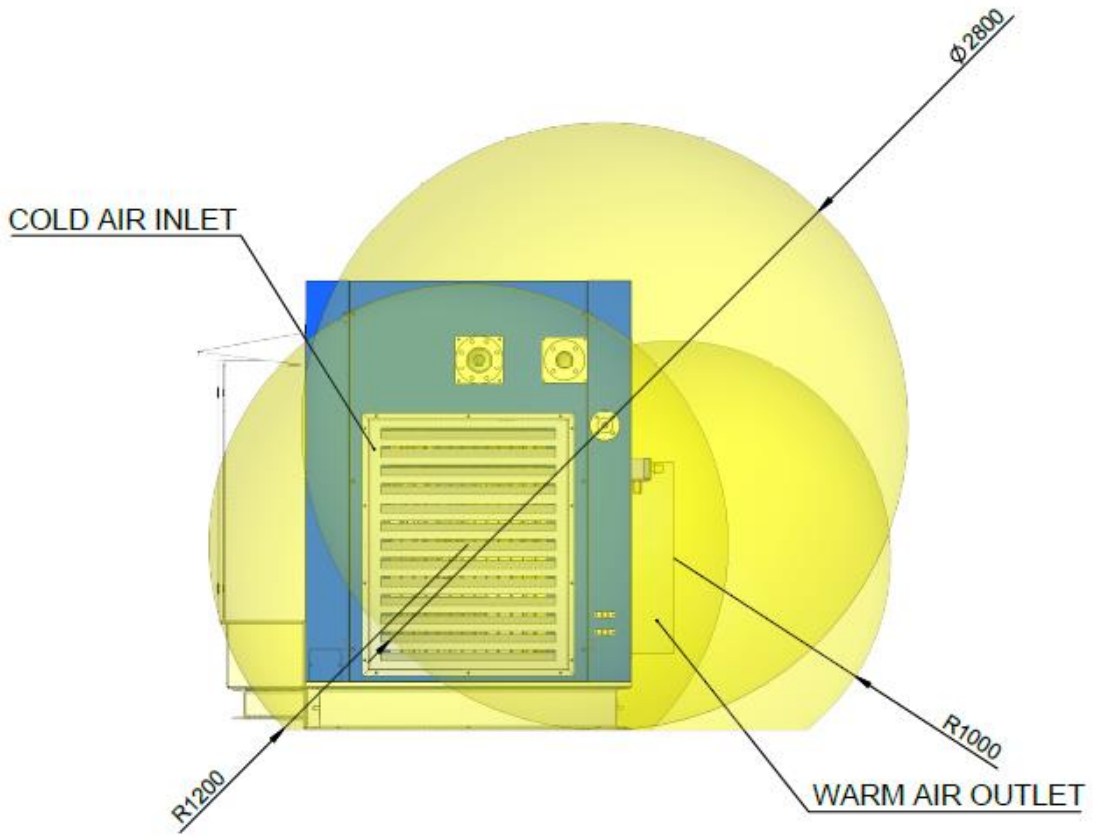


Figure 4 Zonage ATEX de l'ADICOMP 3/3

On note 3 zones :

Localisation	Type de zone	Taille de zone
Grille d'extraction (warm air outlet)	Zone 2	Sphère de Ø2m centrée sur la grille
Grille d'aspiration (cold air inlet)	Zone 2	Sphère de Ø2.4m centrée sur la grille
Tuyauterie de refoulement compresseur	Zone 2	Sphère de Ø2.8m centrée sur la bride de sortie

E-I.2. Compresseur 2DA-300 (fournisseur FORNOVOGAS)

Le fournisseur FORNOVOGAS propose le zonage suivant pour son conteneur et compresseur

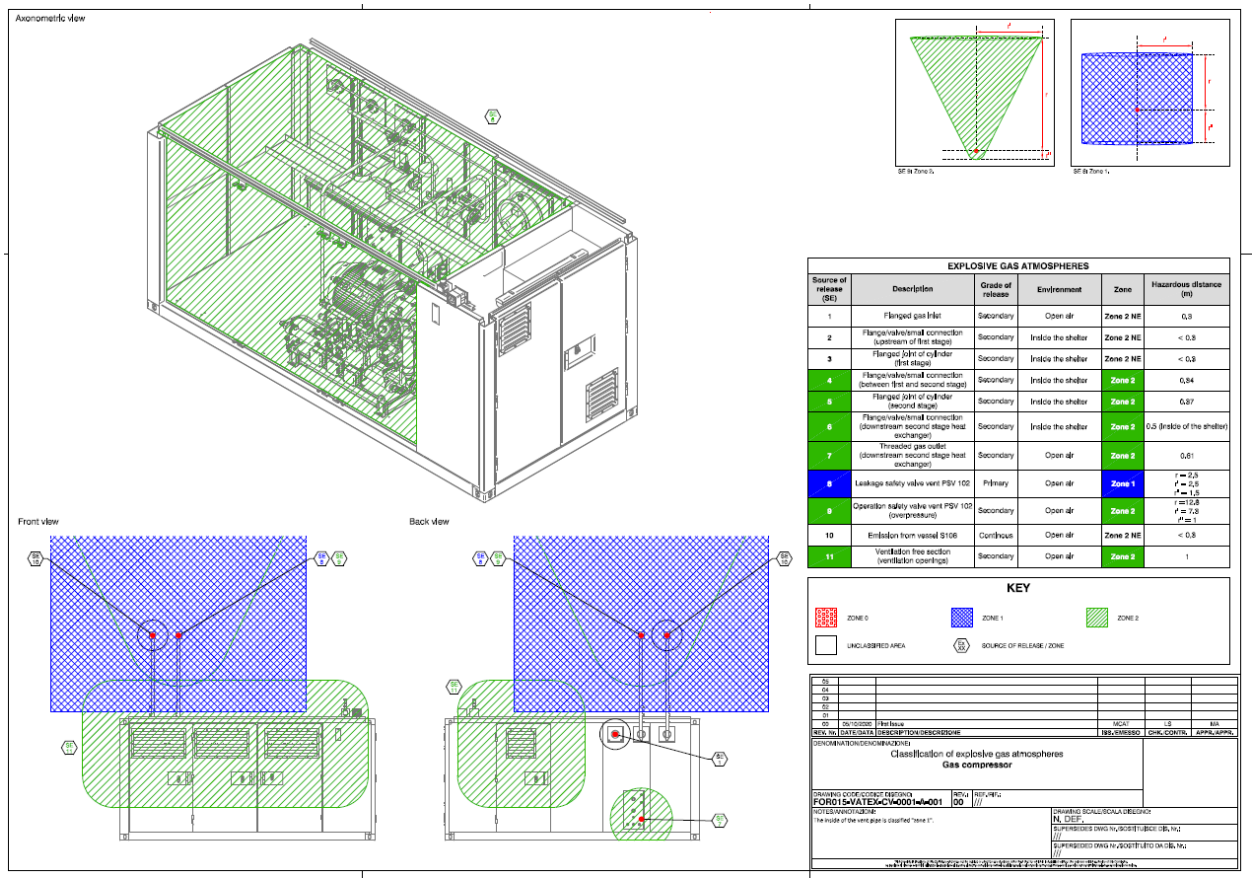


Figure 5 Zonage ATEX du FORNOVOGAS

Les zones retenues sont les suivantes :

Atmosphères Explosives					
Emissaire	Description	degré de dégagement	Localisation	Type de Zone	Distance
1	Bride entrée gaz amont premier etage	Secondaire	Extérieur	Zone 2 EN	0.3
2	Bride entrée gaz amont premier etage	Secondaire	Dans le conteneur	Zone 2 EN	<0.3
3	Bride du premier cylindre	Secondaire	Dans le conteneur	Zone 2 EN	<0.3

	(premier étage)				
4	Brides, vannes, connecteurs filetés (entre 1er et 2ème étage	Secondaire	Dans le conteneur	Zone 2	0.34
5	Joint bride du 2nd Etage	Secondaire	Dans le conteneur	Zone 2	0.37
6	Brides, vannes, connecteurs filetés (aval du deuxième échangeur)	Secondaire	Dans le conteneur	Zone 2	0.5 (intérieur du conteneur)
7	Refoulement compresseur fileté (aval du deuxième échangeur)	Secondaire	Extérieur	Zone 2	0.61
8	Fuite PSV102	Primaire	Extérieur	Zone 1	r=2.5 r'=2.5 r''=1.5
9	Surpression PSV102	Secondaire	Extérieur	Zone 2	r=12.8 r'=7.3 r''=1
10	Bouteille S106	Continue	Extérieur	Zone 2 EN	<0.3
11	Ouvertures de ventilation	Secondaire	Extérieur	Zone 2	1

E-II. VANNES MANUELLES ET AUTOMATIQUES

E-II.1. Caractéristiques de la source de dégagement

Localisation	TAG	Composition	Pression maximale	Température gaz minimale	Pression ambiance refoulement (barg)	Température ambiance maximale (°C)	Fuite considérée
Extérieur	91MV553	100% CH4	16	0	0	40	Fuite au niveau des plans de brides sur tuyauterie DN25. Section de fuite de 2.5mm² retenue
Extérieur	91MV554 91MV552 91MV550 91XV550 91PCV550	100% CH4	71	0	0	40	Fuite au niveau des plans de brides sur tuyauterie DN25. Section de fuite de 2.5mm² retenue

Rappel des caractéristiques de la source de dégagement

E-II.2. Zonage ATEX considéré

Description	Résultats BP	Résultats HP
Degré de dégagement	secondaire	secondaire
Type de ventilation	Naturelle	Naturelle
Vitesse de ventilation	0.5 m/s	0.5 m/s
Disponibilité de la ventilation	bonne	bonne
Facteur de concentration de fond	1	1
LIE du mélange gazeux	4.4%	4.4%
Vitesse de dégagement	sonique	sonique
Taux de dégagement	$6.04 .10^{-3}$ kg/s	$2.56 .10^{-2}$ kg/s

Caractéristiques du dégagement	2.26 .10-^{1} m^{3}/s	9.56 .10-^{1} m^{3}/s
Degré de dilution	Moyenne	Moyenne
Type de zone ATEX	Zone 2	Zone 2
Type de dégagement	Jet	Jet
Etendue de la zone ATEX	Sphère de 1.15m de rayon autour des brides.	Sphère de 2.15m de rayon autour des brides.

E-III. EVENT

L'évent en toiture de conteneur collecte les lignes d'échappement des soupapes du compresseur ainsi que la soupape de la ligne de retour non conforme. L'évent du FORNOVOGAS est défini dans son zonage. Le zonage suivant concerne le compresseur ADICOMP

- 3 soupapes
- Soupape 91PSV550 (16 barg),

Ce collecteur est en acier Inox 304L de diamètre 100mm situé entre 2 et 5 m de hauteur.

On considère un débit maximal égal à celui du compresseur du BOBM03 à 400 Nm3/h, majoré à 500 Nm3/h par notre étude.

La géométrie de l'évent correspond à la figure ci-dessous

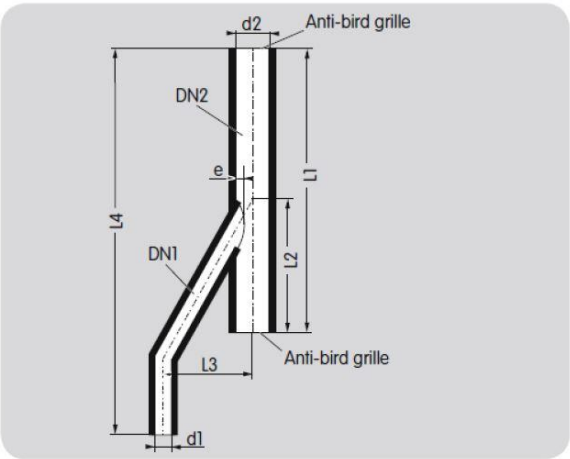


Figure 6 Géométrie de l'évent

E-III.1. Caractéristiques de la source de dégagement

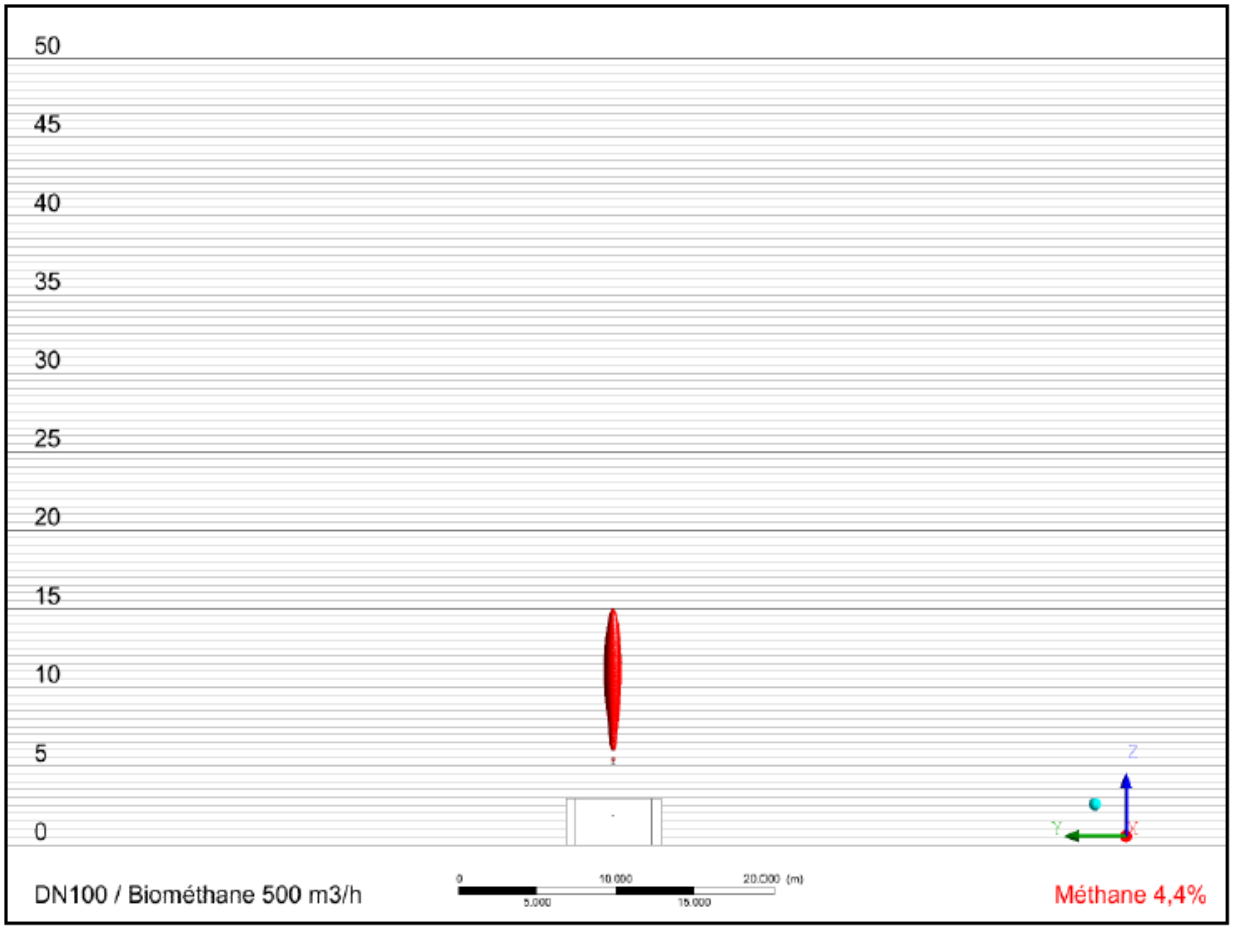
Localisation	Composition	Pression maximale	Fuite considérée
Event entre 2 et 5m de hauteur	100% CH4	71 bars	Emission de gaz par 91PSV550 ou une soupape compresseur

<u>Rappel des caractéristiques de la source de dégagement</u>

E-III.2. Zonage ATEX considéré

Description	Résultats
Degré de dégagement	Secondaire
Type de ventilation	Naturelle
Vitesse de ventilation	1 m/s
Disponibilité de la ventilation	Bonne
LIE du mélange gazeux	4.4%
Vitesse de dégagement	Sonique
Débit maximal	500 Nm3/h
Degré de dilution	faible
Type de zone ATEX	Zone 2
Type de dégagement	Jet libre
Etendue de la zone ATEX	H = 15,82m ; L=1.16

Le zonage retenu pour l'évent se base sur 'étude SIMULATIONS CFD- Dispersion de Méthane version A.



(b) Biométhane 500 m^3/h

E-IV. CANNE DE PRELEVEMENT

Le BOBM est muni d'une canne de prélèvement se fixant via une raccord fileté sur la tuyauterie à 71 barg, cette tuyauterie se trouve dans un regard béton recouvert. Une vanne manuelle est également présente sur la tuyauterie.

E-IV.1. Caractéristiques de la source de dégagement

Localisation	TAG	Composition	Pression maximale	Température gaz minimale	Pression ambiance refoulement (barg)	Température ambiance maximale (°C)	Fuite considérée
Extérieur		100% CH4	71	0	0	40	Fuite au niveau de la garniture de tige de manœuvre de la vanne manuelle Section de fuite de 0.25mm² retenue

E-IV.2. **Zonage ATEX considéré**

Description	**Résultats**
Degré de dégagement	Secondaire
Type de ventilation	Naturelle
Vitesse de ventilation	0.01 m/s
Disponibilité de la ventilation	Bonne
LIE du mélange gazeux	4.4%
Vitesse de dégagement	Sonique
Taux de dégagement	$2.63 .10^{-3}$ kg/s
Caractéristiques du dégagement	$9.56 .10^{-2}$ m^3/s
Degré de dilution	faible
Type de zone ATEX	Zone 1
Type de dégagement	Jet libre
Etendue de la zone ATEX	Sphère de rayon 0.75m, cette zone est reportée sur la fermeture du regard

E-V. REGARDS EN OPTION

Le BOBM propose deux options supplémentaires, ces options consistent à placer des tuyauteries dans des regards béton, entre le booster biométhane et le poste d'injection (option 1), ainsi qu'entre le booster biométhane et l'épurateur (option 2). L'étanchéité de ces regards n'étant pas parfaite, nous faisons le choix de reporter le rayon ATEX calculé pour les brides au niveau de l'étanchéité des regards

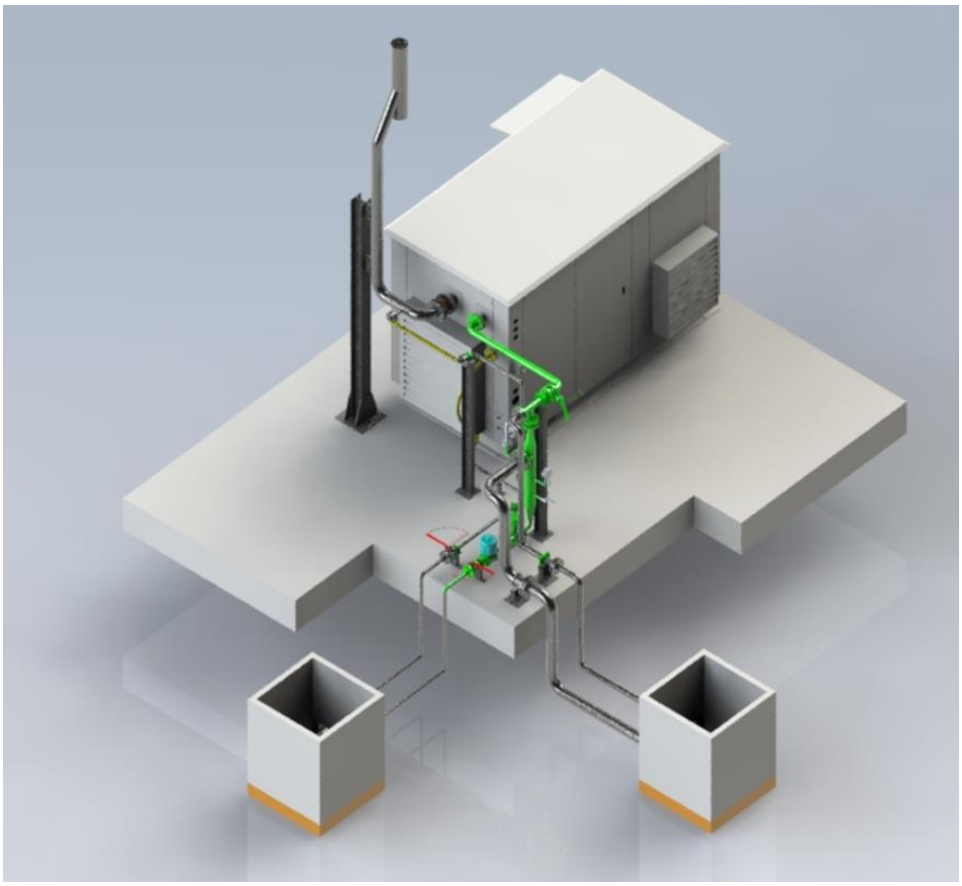


Figure 7 : les deux regards en option

E-V.1. Caractéristiques de la source de dégagement

Localisation	TAG	Composition	Pression maximale	Température gaz minimale	Pression ambiance refoulement (barg)	Température ambiance maximale (°C)	Fuite considérée
Intérieur du regard béton, option regard sur tuyauterie entre booster biométhane et le poste		100% CH4	71	0	0	40	Fuite au niveau des plans de brides sur tuyauterie Section de fuite de 0.05mm² retenue

d'injection (option 1)							
Intérieur du regard béton, option regard sur tuyauterie entre booster biométhane et l'épurateur (option 2)		100% CH4	16	0	0	40	Fuite au niveau des plans de brides sur tuyauterie Section de fuite de 0.05mm² retenue

E-V.2. **Zonage ATEX considéré**

Description	**Résultats Option 1**	**Résultats Option 2**
Degré de dégagement	Secondaire	Secondaire
Type de ventilation	Naturelle	Naturelle
Vitesse de ventilation	0.01 m/s	0.01 m/s
Disponibilité de la ventilation	médiocre	médiocre
LIE du mélange gazeux	4.4%	4.4%
Vitesse de dégagement	Sonique	Sonique
Taux de dégagement	$5.12 .10^{-4}$ kg/s	$1.21 .10^{-4}$ kg/s
Caractéristiques du dégagement	$1.91 .10^{-2}$ m³/s	$4.52 .10^{-3}$ m³/s
Degré de dilution	faible	faible
Type de zone ATEX	Zone 1	Zone 1
Type de dégagement	Jet libre	Jet libre
Etendue de la zone ATEX	Zone 1 dans le regard, sphère de 35 cm en partant de l'étanchéité du regard béton	Zone 1 dans le regard, sphère de 16 cm en partant de l'étanchéité du regard béton

PARTIE F : SYNTHESE DU ZONAGE ATEX

N°	Désignation	TAG	Zone ATEX retenue	Spécifications Matériels électriques
1.1	Conteneur compresseur ADICOMP	91C550	**Zone 2** Voir E-I.1	II 3G IIA T1
1.2	Conteneur compresseur FORNOVOGAS	91C550	**Zone 2 et Zone 1** Voir E-I.2	II 3G IIA T1 II 2G IIA T1
2.1	Vanne Manuelle « BP » (16 bar) et brides BP	91MV553	**Zone 2** sphère de 1.15m autour de la bride	II 3G IIA T1
2.2	Vanne Manuelle « HP » (71 barg) et brides HP	-	**Zone 2** sphère de 2.15m autour de la bride	II 3G IIA T1
3	Event compresseur ADICOMP	-	**Zone 2** Cylindre de dimensions : Hinf= 500 mm Hsup =15.820 mm D = 1.16 m	II 3G IIA T1
4	Regard de béton avec canne de prélèvement		**Zone 1** **Zone 1 à l'intérieur du regard,** Sphère de rayon 0.75m sur la fermeture du regard	II 2G IIA T1
5	Option regard entre booster biométhane et Poste d'injection		**Zone 1** **Zone 1 à l'intérieur du regard,** Sphère de rayon 0.35m sur la fermeture du regard	II 2G IIA T1
6	Option regard entre booster biométhane et épurateur		**Zone 1** **Zone 1 à l'intérieur du regard,** Sphère de rayon 0.16 m sur la fermeture du regard	II 2G IIA T1

Etude ATEX VALOPUR ®

Classement des zones ATEX

Projet	VALOPUR®

N° document	VPUR_QSE_TME_001
Première version	04/06/2020
Mise à jour	16/06/2021 R04 : 01/03/2021

Révision	Version	Ecrit par	Vérifié par	Approuvé par
01	Version initiale sur la base de l'étude MEA_TME_001_R07_Etude ATEX standard VGAZ VPACK VPUR	R.VOURIOT (NEODYME)	C.MARCEL	M.BONACORSI
02	Adaptation à l'installation de l'AF2503	P.BARRIO	S.LEFAS	M.BONACORSI
03	Màj P&ID; rectification coquille dans tableau	P.BARRIO	S.LEFAS	M.BONACORSI
04	Màj évents	P.BARRIO	S.LEFAS	M.BONACORSI

11, rue Olivier de Serres – Rovaltain – Parc du 45ème parallèle – 26300 CHATEAUNEUF SUR ISERE
www.prodeval.eu | prodeval@prodeval.fr | 04 75 40 37 37

SOMMAIRE

PARTIE A : DESCRIPTION DE L'UNITE 4

A-I. DESCRIPTION DE L'UNITE D'EPURATION MEMBRANAIRE (UNITE VALOPUR®) 4

A-II. FOCUS SUR LA TECHNIQUE DE FILTRATION MEMBRANAIRE DU BIOGAZ 4

PARTIE B : METHODOLOGIE UTILISEE POUR L'ANALYSE DE RISQUE ATEX 5

B-I. GENERALITES 5

B-II. IDENTIFICATION DES PRODUITS SUSCEPTIBLES DE GENERER UNE ATMOSPHERE EXPLOSIBLE 5

B-III. RECENSEMENT DES EQUIPEMENTS METTANT EN ŒUVRE OU GENERANT DES PRODUITS SUSCEPTIBLES DE FORMER UNE ATMOSPHERE EXPLOSIBLE 5

B-IV. DETERMINATION DU DEGRE DE DEGAGEMENT 6

B-V. PRISE EN COMPTE DE LA VENTILATION POUR LA DETERMINATION DU ZONAGE ATEX 6

B-VI. DETERMINATION DU DEGRE DE DILUTION 7

B-VII. TABLEAU DE CLASSIFICATION DES ZONES 8

B-VIII. ÉTENDUE DES ZONES A ATMOSPHERE EXPLOSIVE 8

PARTIE C : DONNEES PROPRES A LA GAMME VALOPUR® 9

C-I. APPLICABILITE DE CETTE ETUDE 9

C-II. CARACTERISATION DU TYPE ET DE LA DISPONIBILITE DE LA VENTILATION 9
C-II.1. TAUX DE DILUTION 9
C-II.2. DETERMINATION DES VITESSES DE VENTILATION 10

C-III. MESURES DE PREVENTION PROPRES A CERTAINS EQUIPEMENTS 10
C-III.1. TUYAUTERIES 10
C-III.2. INTERIEUR DES TUYAUTERIES 11

PARTIE D : ZONAGE ATEX 12

D-I. IDENTIFICATION DES SOURCES DE DEGAGEMENT, DU DEGRE DE DEGAGEMENT ET ZONAGE 13
D-I.1. COMPRESSEURS BAUER 24
D-I.2. SOUPAPES DE SECURITES RELIEES A L'EVENT ET VANNE DE SECURITE XV503 28
D-I.3. EVACUATION DES OFFGAZ A L'EVENT DE TOITURE 29

PARTIE A : DESCRIPTION DE L'UNITE

L'unité de purification du biogaz est constituée des éléments suivants :

- Un conteneur épuration type « conteneur maritime 40' HC » divisé en 2 locaux distincts :
  - Un local membranes (unité VALOPUR®) dans lequel se trouvent les membranes de filtration, ainsi que les canalisations, accessoires et équipements connexes nécessaires au fonctionnement de l'unité.
  - Un local supervision climatisé contenant l'armoire électricité / contrôle commande, et le poste de supervision pour le suivi de fonctionnement de l'installation
- Compresseur(s) biogaz installé(s) dans leur enceinte acoustique placée à l'extérieur du conteneur épuration
- Un puits à condensat

A-I. DESCRIPTION DE L'UNITE D'EPURATION MEMBRANAIRE (UNITE VALOPUR®)

Le procédé permet d'épurer du biogaz (gaz inflammable) pour obtenir du biométhane.

Le principe consiste à comprimer le biogaz à la pression d'environ 16 barg à l'aide de deux compresseurs (C810 et C820) et de le valoriser via des modules de filtration membranaire qui sépareront les constituants en deux flux/courants : le biométhane d'un côté et les gaz résiduels de purge (offgas) de l'autre.

Le biométhane ainsi produit est injecté dans le réseau de gaz naturel.

A-II. FOCUS SUR LA TECHNIQUE DE FILTRATION MEMBRANAIRE DU BIOGAZ

La filtration membranaire repose sur la différence de perméabilité des membranes vis-à-vis des constituants du biogaz.

La différence de taille des constituants du biogaz leur confère des vitesses de diffusion différentes au travers des parois des membranes permettant ainsi de séparer le méthane (vitesse de diffusion faible) des autres composés (dioxyde de carbone, eau, azote, oxygène, …).

Après une étape de prétraitement (séchage et désulfuration), le biogaz est comprimé entre 10 et 16 barg puis envoyé vers les modules de filtration membranaire.

En sortie de membranes, le biogaz est séparé en 2 fractions :

- Le biométhane, constitué à plus de 97% de méthane, selon une composition conforme aux prescriptions techniques pour son injection dans le réseau de distribution de gaz naturel et l'utilisation comme GNV,
- Les gaz de purge, appelés aussi Offgas, constitués de dioxyde de carbone (98%), d'eau et de méthane résiduel en quantité inférieure à 1%.

PARTIE B : METHODOLOGIE UTILISEE POUR L'ANALYSE DE RISQUE ATEX

B-I. GENERALITES

L'analyse de risque, le classement et le dimensionnement des zones seront effectués suivant la méthodologie proposée par la norme NF EN 60079-10-1 du 27 mai 2016, dont les étapes principales sont :

- L'identification des produits susceptibles de générer une atmosphère explosible, et détermination de leurs propriétés physico-chimiques
- Le recensement des équipements mettant en œuvre ou générant des produits susceptibles de former une atmosphère explosive,
- Le recensement des paramètres de fonctionnement des installations (température, pression, volumes, débit, ventilation, …),
- L'identification des sources de dégagement
- Pour chaque source de dégagement, la détermination du taux de dégagement par calcul et du degré de dégagement sur la base de la fréquence et de la durée de dégagement probables
- Pour chaque source de dégagement, la détermination des conditions de ventilation et de dilution et leur efficacité
- Pour chaque source de dégagement, la définition des zones explosibles (type et étendue).

Le classement des zones est réalisé en considérant un fonctionnement normal de l'installation, incluant ses phases de démarrage, d'arrêt et de maintenance et intégrant en excluant les phases de mise en service.

B-II. IDENTIFICATION DES PRODUITS SUSCEPTIBLES DE GENERER UNE ATMOSPHERE EXPLOSIBLE

L'inventaire de tous les fluides circulant dans l'installation est réalisé, et les propriétés de chacune de ces produits sont listées (LIE – LES, masse molaire, point éclair, point d'ébullition, température minimale d'inflammation, pression de vapeur, densité de vapeur, limites d'inflammabilité, groupe de matériels et classe de température).

Les valeurs de ces grandeurs sont tirées de l'annexe B de la norme NF EN 60079-20-1 de juin 2010.

B-III. RECENSEMENT DES EQUIPEMENTS METTANT EN ŒUVRE OU GENERANT DES PRODUITS SUSCEPTIBLES DE FORMER UNE ATMOSPHERE EXPLOSIBLE

Pour chaque produit sont listées tous les équipements le constituant et toutes les sources potentielles de dégagement de chaque équipement constituant le produit :

- Brides, raccords
- Tige de manœuvre des vannes de régulation
- Soupapes
- Garnitures de pompes, compresseurs et vannes
- Points d'évacuation des condensats
- Events
- Sorties de ventilations de zones ATEX
- …

B-IV. DETERMINATION DU DEGRE DE DEGAGEMENT

Après avoir identifié toutes les sources de dégagement potentielles, nous avons déterminé le degré de dégagement de ces sources.

Trois degrés de dégagement ont été identifiés en fonction de la fréquence et de la durée probable du dégagement

1. **Continu (continu - C)** : dégagement qui se produit en permanence ou dont on s'attend à ce qu'il se produise pendant de longues périodes

2. **Primaire (premier degré - P)** : dégagement dont on peut s'attendre à ce qu'il se produise de façon périodique ou occasionnelle en fonctionnement normal

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

Afin de statuer sur le degré de dégagement dans certains cas, le critère de durée de présence de matière inflammable présenté dans le Tableau 1 sera suivi.

Tableau 1: Critère quantitatif de détermination du degré de dégagement

Degré de dégagement	Durée de présence d'une matière inflammable
Continu (C)	> 1000 heures / an
Premier degré (P)	10 < heures / an < 1000
Deuxième degré (D)	Moins de 10 heures / an
Dégagement négligeable	< 1 heure / an

B-V. PRISE EN COMPTE DE LA VENTILATION POUR LA DETERMINATION DU ZONAGE ATEX

La ventilation joue un rôle prépondérant dans l'analyse des risques d'explosion. Pour la caractériser, nous nous basons sur le type de ventilation et sa disponibilité :

Le type de ventilation :

- naturelle,
- artificielle,
- générale ou localisée

Disponibilité de la ventilation :

- Bonne : la ventilation existe de façon pratiquement permanente
- Assez bonne : 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 fréquentes et pour de courte période. La ventilation naturelle sera notamment considérée comme ayant une disponibilité assez bonne.
- Médiocre : la ventilation ne satisfait pas aux critères d'une ventilation très bonne ou bonne ; toutefois on ne s'attend pas à ce qu'il y ait d'interruptions prolongées.

B-VI. DETERMINATION DU DEGRE DE DILUTION

La dilution est considérée comme élevée, moyenne ou faible, suivant le graphique « figure C.1 » de la norme EN 60079-10 V2016.

Le degré de dilution est établi en fonction de la caractéristique de dégagement calculée et de la vitesse de ventilation.

La caractéristique de dégagement est calculée principalement à partir de la LIE du mélange gazeux et du taux de dégagement du gaz.

Pour le calcul du taux de dégagement, la source de dégagement est caractérisée par une section de fuite et un coefficient de débit :

- Pour les dégagements secondaires, les sections de fuite sont choisies d'après le tableau B.1 de la norme EN 60079-10 de mai 2016 ou d'après leur valeur réelle
- Pour les dégagements primaires et continus, les sections de fuites sont calculées en fonction de la géométrie de la source de dégagement
- Le coefficient de débit est pris à 0,99 pour les orifices à surface régulière tels que les évents et les orifices de soupape et à 0,75 pour les orifices à surface irrégulière tels que les joints entre brides. Par défaut, lorsque la régularité de la surface de l'orifice est difficile à déterminer, un coefficient de débit de 0,82 est appliqué.

Conformément à la demande client (PRODEVAL) un coefficient de sécurité sur la LIE est considéré dans le calcul de la caractéristique de dégagement, nous avons fixé ce coefficient à 0,9 pour le méthane

La vitesse de ventilation est calculée lorsqu'il y a une ventilation mécanique, et évaluée à partir du tableau C.1 de la norme EN 60079-10 de mai 2016 lorsque la ventilation est naturelle.

Le conteneur de filtration est équipé d'un extracteur HQD450 de 6240m^3/h maximum dont le fonctionnement est asservit à la détection gaz ou température :

Sur détection gaz : démarrage si 10% du seuil LIE atteint et reste en fonctionnement tant que pas d'acquit et niveau redescendu

Démarrage si température haute dans le container et arrêt auto si la température est redescendue en dessous d'une consigne.

B-VII. TABLEAU DE CLASSIFICATION DES ZONES

Pour l'ensemble de l'installation, les zones sont classées suivant le tableau D1 de la norme NF EN 60079-10-1 :2016-05.

B-VIII. ÉTENDUE DES ZONES A ATMOSPHERE EXPLOSIVE

Pour l'ensemble de l'installation, l'étendue des zones est déterminée suivant la norme NF EN 60079-10-1 :2016-05.

PARTIE C : DONNEES PROPRES A LA GAMME VALOPUR®

C-I. APPLICABILITE DE CETTE ETUDE

Cette étude est applicable aux projets VALOPUR® donc la pression maximale est de 20 barg. Cette étude est donc valable pour les projets VALOPUR® classiques à 16 barg.

Cette révision 01 englobe les produits VPUR1 à VPUR6.

Ce guide est basé sur une installation conçue suivant les PID standards suivants :

- PRO_ENS_SC_B_001 PID partie VPUR : 2503_PRO_EPU_SC_B_500 ; 2503_PRO_EPU_SC_B_800

C-II. CARACTERISATION DU TYPE ET DE LA DISPONIBILITE DE LA VENTILATION

Une ventilation naturelle est considérée à l'extérieur, sa disponibilité est considérée bonne.

Dans le conteneur (local membranes), la ventilation est naturelle en fonctionnement normal et forcée par un extracteur ATEX dans le cas d'une détection de fuites (l'entrée d'air étant placée sur la porte, il est plus pratique de garder l'extracteur ATEX que de placer un ventilateur non ATEX sur la porte).

Le ventilateur extracteur M590 mis en place sur l'extraction d'air du local VALOPUR® permet d'assurer une évacuation des gaz lors de la détection d'une fuite par les détecteurs de LIE.

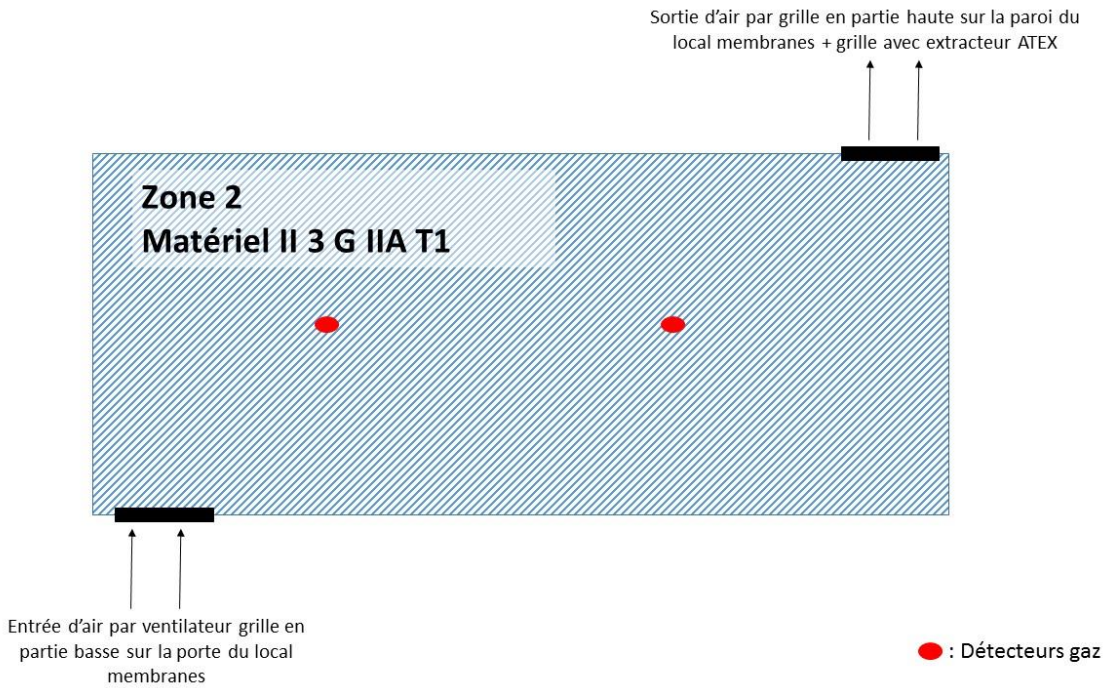


Figure 1: Schéma de la ventilation du local membranes - vue de dessus

C-II.1. TAUX DE DILUTION

La présence des deux capteurs de LIE, placés au plafond du conteneur, dans le flux d'air sur la longueur du conteneur :

- générant une alarme à 10% de la LIE démarrant un ventilateur extracteur ATEX pour forcer la dilution et l'évacuation de la zone dangereuse

- et arrêtant toute l'installation sur détection de 20% de la LIE (à l'exception des équipements de sécurité et de l'extraction d'air)

permet d'assurer que la concentration de fond est toujours inférieure à 20% de la LIE (donc < 25% de la LIE, critère donné par la norme 60079-10-1 de mai 2016, qui s'il n'est pas respecté, impose de considérer l'efficacité de la dilution comme « faible »).

Le calcul de concentration de fond n'est pas réalisé.

C-II.2. DETERMINATION DES VITESSES DE VENTILATION

Afin de maintenir une zone 2 pour l'intérieur du local membranes, il faut que le taux de dilution soit a minima moyen, c'est-à-dire que la vitesse de ventilation dans le local membranes doit être **supérieure à 0,003 m/s** (en prenant une marge de sécurité de 20% et d'après figure C.1 de la EN 60079-10-1:2016), soit un débit de ventilateur supérieur à $1,9.10^{-2}$ m^3/s (68 m^3/h).

La durée théorique exigée pour diluer la concentration de fond dans le conteneur à une valeur inférieure à 25% de la LIE est calculée suivant l'annexe J de la norme EN 60079-10-1:2016-05 en considérant :

- un mélange moyennement inefficace du dégagement dans l'ambiance du conteneur (facteur f = 3)
- une concentration de fond Xb calculée selon le C.3.6.2 de la norme EN 60079-10-1:2016-05 en considérant la vitesse de l'air dans le conteneur lorsque seul le ventilateur continu est en fonctionnement
- une concentration à atteindre de 25% de la LIE
- un nombre de renouvellements d'air par seconde calculé lorsque la ventilation forcée est en fonctionnement

La durée théorique de dilution est de **11 min** pour un débit de ventilation de 2500 m^3/h et un volume de conteneur de 78 m^3 (cas d'un local membrane de dimensions l x h x L de 2,6 m x 2,78 m x 10,83 m).

C-III. MESURES DE PREVENTION PROPRES A CERTAINS EQUIPEMENTS

C-III.1. TUYAUTERIES

Point de contrôle	Mesure en place
1) Contrôle fuite biogaz (méthane)	Contrôle périodique d'étanchéité des canalisations au niveau des points de fuites potentiels (plan de brides, vannes, piquages, etc. …)
2) Contrôle comburant (oxygène)	Néant
3) Contrôle ignition	Contrôle périodique de l'installation électrique Mise en place de tresses d'équipotentialité (électricité statique) Mise à la terre des canalisations
4) Mesures de prévention	Néant
5) Mesure de protection	Néant

C-III.2. INTERIEUR DES TUYAUTERIES

Point de contrôle	Mesure en place
1) Contrôle teneur en méthane	Mesure en continu de la concentration en méthane dans le biogaz entrant dans l'unité (AT501-CH4) Si la teneur en méthane est inférieure à 40% dans le biogaz entrant, alors l'unité est mise à l'arrêt avec report d'alarme sur la supervision et alarme visuelle extérieure.
2) Contrôle comburant (oxygène)	Néant
3) Contrôle ignition	Contrôle périodique de l'installation électrique Mise en place de tresses d'équipotentialité (électricité statique) Mise à la terre des canalisations
4) Mesures de prévention	Néant
5) Mesure de protection	Néant

PARTIE D : ZONAGE ATEX

Le zonage est détaillé équipement par équipement dans le tableau suivant.

D-I. IDENTIFICATION DES SOURCES DE DEGAGEMENT, DU DEGRE DE DEGAGEMENT ET ZONAGE

Tableau 2: Identification des sources de dégagement, des degrés de dégagement et du zonage

TAG	Désignation	Localisation	Produit mis en œuvre Composition (%vol/vol)	Pression maximale (barg)	Température gaz minimale (°C)	Pression ambiance refoulement (barg)	Température ambiance maximale (°C)	Fuite maximale considérée	Probabilité d' occurrence et durée du dégagement	Mesure de prévention	Méthodologie de classement et de zonage ATEX	Degré de dégagement	Type ventilation Vitesse ventilation Disponibilité	Caractéristique de dégagement (m^3/s) (Taux de dégagement kg/s)	Degré de dilution	Type de dégagement	Zonage ATEX	Spécification minimum des matériels à installer en zone
-	Tuyauteries extérieures biométhane HP	Extérieur	100% CH4 40 mg/Nm 3 THT	20	25	0	40	Fuite au niveau du plan de brides	La probabilité d'occurrence est faible (non prévisible en fonctionnement normal) et la durée est continue lorsque la fuite se produit.	Choix de matériaux adaptés (INOX 316 ou 304 pour les équipements, NBR ou PTFE pour les joints, colle étanche de type Loctite 577), assemblage de matériaux ne permettant pas la corrosion due à des couples électrolytiques.	NF EN 60079-10-1:2016	Secondaire	Naturelle 0,5 m/s Bonne	$2,0.10^{-4}$ kg/s $5,9.10^{-3}$ m^3/s	Elevée	Diffusif	Zone d'étendue négligeable (Zone 2 EN)	-
-	Tuyauteries extérieures biogaz HP	Extérieur	Biogaz 40 – 70% CH4 30 – 60 % CO2 H2S < 4%	20	25	0	40	Fuite au niveau du plan de brides	La probabilité d'occurrence est faible (non prévisible en fonctionnement normal) et la durée est continue lorsque la fuite se produit.	Choix de matériaux adaptés (INOX 316 ou 304 pour les équipements, NBR ou PTFE pour les joints, colle étanche de type Loctite 577), assemblage de matériaux ne permettant pas la corrosion due à des couples électrolytiques.	NF EN 60079-10-1:2016	Secondaire	Naturelle 0,5 m/s Bonne	$2,0.10^{-4}$ kg/s $3,4.10^{-3}$ m^3/s	Elevée	Diffusif	Zone d'étendue négligeable (Zone 2 EN)	-
C810 C820	Refoulement de la ventilation du châssis	Extérieur, entre 10 cm et 2m de hauteur	Biogaz 40 – 70% CH4 30 – 60 % CO2 H2S < 4%	16 et 21	5	0	40	Emission de gaz par l'orifice de l'évent. Fuite au niveau du plan de brides.	L'intérieur du châssis est en zone 2 chez BAUER, donc on considère que le refoulement de la ventilation peut refouler du gaz explosible avec une occurrence faible.	Etanchéités adaptées au biogaz	Voir analyse aux paragraphes : D-I.2 Compresseurs BAUER (cas à 16 barg)							

TAG	Désignation	Localisation	Produit mis en œuvre Composition (%vol/vol)	Pression maximale (barg)	Température gaz minimale (°C)	Pression ambiance refoulement (barg)	Température ambiance maximale (°C)	Fuite maximale considérée	Probabilité d' occurrence et durée du dégagement	Mesure de prévention	Méthodologie de classement et de zonage ATEX	Degré de dégagement	Type ventilation Vitesse ventilation Disponibilité	Caractéristique de dégagement (m^3/s) (Taux de dégagement kg/s)	Degré de dilution	Type de dégagement	Zonage ATEX	Spécification minimum des matériels à installer en zone
PSV810 PSV820	Soupapes de sécurité du compresseur	Extérieur, entre 10 cm et 2m de hauteur	Biogaz 40 – 70% CH4 30 – 60 % CO2 H2S < 4%	16 et 21	25	0	40	Emission de gaz par l'orifice de la soupape lors de son ouverture	Le déchargement par les soupapes n'est pas prévu en fonctionnement normal.	-	Voir analyse aux paragraphes : D-I.2 Compresseurs BAUER (cas à 16 barg)							
Tuyauteries : 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 801, 802, 803, 804, 805, 807, 808, 809	Tuyauteries biométhane HP et robinetterie sur tuyauteries intérieures : Vannes manuelles, électrovannes, robinetterie, instrumentations, bouteille B503, Vanne 3 voies XV546, montées entre brides ou Vannes manuelles, robinetterie, instrumentations, prises d'échantillonnage, vissées, diamètre < 50mm	Intérieur local membranes	100% CH4 40 mg/Nm 3 THT	20	25	0	40	Fuite au niveau du plan de brides Ou d'un raccord vissé	La probabilité d'occurrence est faible (non prévisible en fonctionnement normal) et la durée est continue lorsque la fuite se produit.	**Note 1**	NF EN 60079-10-1:2016	Secondaire	Naturelle 0,01 m/s Assez bonne	1,46.10 $^{-4}$ kg/s 6,00.10 $^{-3}$ m^3/s	Moyen	Diffusif	Zone 2 Sphère de 40 cm de rayon	II 3 G IIA T1
B880	Bouteille de collecte des condensats	Intérieur local membranes	Biogaz 40 – 70% CH4 30 – 60 % CO2 H2S < 4%	20	5	0	40	Fuite au niveau du plan de brides	La probabilité d'occurrence est faible (non prévisible en fonctionnement normal) et la durée est continue lorsque la	-	Voir « Tuyauteries biométhane HP et robinetterie sur tuyauteries intérieures » (pas de distinction entre les tuyauteries biométhane HP et biogaz HP)							

									fuite se produit.									
TAG	**Désignation**	**Localisation**	**Produit mis en œuvre Composition (%vol/vol)**	**Pression maximale (barg)**	**Température gaz minimale (°C)**	**Pression ambiance refoulement (barg)**	**Température ambiance maximale (°C)**	**Fuite maximale considérée**	**Probabilité d' occurrence et durée du dégagement**	**Mesure de prévention**	**Méthodologie de classement et de zonage ATEX**	**Degré de dégagement**	**Type ventilation Vitesse ventilation Disponibilité**	**Caractéristique de dégagement (m^3/s) (Taux de dégagement kg/s)**	**Degré de dilution**	**Type de dégagement**	**Zonage ATEX**	**Spécification minimum des matériels à installer en zone**
HE845 HE850	Echangeurs	Intérieur local membranes, dans le calorifugeage **Note 4**	Biogaz 40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 4%	20	15	0	40	Aucune fuite car soudés à la tuyauterie	-	-	-	-	-	-	-	-	Non classé	-
F863B F863 AF864	Filtres et séparateurs	Intérieur local membranes	Biogaz 40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 4%	20	15	0	40	Fuite au niveau des alésages jusqu'à DN65 (clamps jusqu'à diamètre 66)	La probabilité d'occurrence est faible (non prévisible en fonctionnement normal) et la durée est continue lorsque la fuite se produit.	-	Voir « Tuyauteries biométhane HP et robinetterie sur tuyauteries intérieures » (pas de distinction entre les tuyauteries biométhane HP et biogaz HP)							
PCV810, PCV543R, PCV542R, PCV544	Vanne de régulation	Intérieur local membranes	100% CH_4 40 mg/Nm^3 THT	20	25	0	40	Fuite au niveau des garnitures de tige de manœuvre	La probabilité d'occurrence est faible (non prévisible en fonctionnement normal) et la durée est continue lorsque la fuite se produit.	-	NF EN 60079-10-1:2016	Secondaire	Naturelle 0,01 m/s Assez bonne	$1,46.10^{-4}$ kg/s $5,9.10^{-3}$ m^3/s	Moyen	Diffusif	Zone 2 Sphère de 1,20 m de rayon	II 3 G IIA T1
TT845, TT850 et LSH862	Instrumentation	A l'extérieur, hors calorifugeage **Note 4**	-	-	-	-	-	Aucune fuite car soudés à la tuyauterie	-	-	-	-	-	-	-	-	Non classé	-
B845 et B850	Filtres et séparateurs	Intérieur local membranes, dans le calorifugeage	Biogaz 40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2	20	15	0	40	Fuite au niveau des alésages jusqu'à DN65 (clamps	La probabilité d'occurrence est faible (non prévisible en	Equipements en INOX316 ou INOX304.	NF EN 60079-10-1:2016	Secondaire	Considérée <0,001 m/s à l'intérieur du calorifugeage	$2,0.10^{-4}$ kg/s	Moyen	Diffusif	Zone 1 (intérieur du calorifugeage) en aggravation du zonage du	II 2 G IIA T1

		Note 4	H_2S < 4%					jusqu'à diamètre 66)	fonctionnement normal) et la durée est continue lorsque la fuite se produit.					3,4.10-^{3} m^3/s			tableau D.1 de la norme avec une ventilation <0,001 m/s. Hors du calorifugeage : voir zonage à l'intérieur du local	
TAG	**Désignation**	**Localisation**	**Produit mis en œuvre Composition (%vol/vol)**	**Pression maximale (barg)**	**Température gaz minimale (°C)**	**Pression ambiance refoulement (barg)**	**Température ambiance maximale (°C)**	**Fuite maximale considérée**	**Probabilité d' occurrence et durée du dégagement**	**Mesure de prévention**	**Méthodologie de classement et de zonage ATEX**	**Degré de dégagement**	**Type ventilation Vitesse ventilation Disponibilité**	**Caractéristique de dégagement (m^3/s) (Taux de dégagement kg/s)**	**Degré de dilution**	**Type de dégagement**	**Zonage ATEX**	**Spécification minimum des matériels à installer en zone**
F860, F861, F862	Filtres et séparateurs	Intérieur local membranes, dans le calorifugeage **Note 4**	Biogaz 40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 4%	20	15	0	40	Fuite au niveau des alésages jusqu'à DN65 (clamps jusqu'à diamètre 66)	La probabilité d'occurrence est faible (non prévisible en fonctionnement normal) et la durée est continue lorsque la fuite se produit.	Equipements en INOX316 ou INOX304.	NF EN 60079-10-1:2016	Secondaire	Considérée <0,001 m/s à l'intérieur du calorifugeage	2,0.10^{-4} kg/s 3,4.10-^{3} m^3/s	Moyen	Diffusif	Zone 1 (intérieur du calorifugeage) en aggravation du zonage du tableau D.1 de la norme avec une ventilation <0,001 m/s. Hors du calorifugeage : voir zonage à l'intérieur du local	II 2 G IIA T1
C810_ECV13	Electrovanne	A l'extérieur, dans le calorifugeage **Note 4**	Biogaz 40 – 70% CH4 30 – 60 % CO2 H2S < 4%	16 et 21	5	0	40	Raccord vissé	La probabilité d'occurrence est faible (non prévisible en fonctionnement normal) et la durée est continue lorsque la fuite se produit.	Equipements en INOX316 ou INOX304.	NF EN 60079-10-1:2016	Secondaire	Considérée <0,001 m/s à l'intérieur du calorifugeage	1,46.10^{-4} kg/s 6,00.10^{-3} m^3/s	Moyen	Diffusif	Zone 1 (intérieur du calorifugeage) en aggravation du zonage du tableau D.1 de la norme avec une ventilation <0,001 m/s	II 2 G IIA T1
AT500	Analyseur biogaz (raccords)	Intérieur local membranes	Biogaz 40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 200ppm	0,3	0	0	40	Fuite au niveau du raccord à faible alésage	Le dégagement est quasiment continu (à chaque analyse de gaz, au moins	-	NF EN 60079-10-1:2016	Continu Secondaire	Naturelle 0,01 m/s Assez bonne + Forcée	2,71.10^{-6} kg/s 5,04.10^{-5} m^3/s	Elevée	Diffusif	Zone d'étendue négligeable (Zone 2 EN)	-

									une par heure)				Bonne (arrêt installation en cas de défaut)					
AT500	Analyseur biogaz (refoulement gaz analysé)	A l'évent de toiture	Biogaz 40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 200ppm	0,3	0	0	40	Emission par l'orifice de sortie de l'analyseur, dans l'évent	-	-	NF EN 60079-10-1:2016	Secondaire	Naturelle 1 m/s Bonne	7,03.10 $^{-4}$ kg/s 1,31.10 $^{-2}$ m^3/s	Elevée	Diffusif	Zone d'étendue négligeable (Zone 1 EN)	-
TAG	**Désignation**	**Localisation**	**Produit mis en œuvre Composition (%vol/vol)**	**Pression maximale (barg)**	**Température gaz minimale (°C)**	**Pression ambiance refoulement (barg)**	**Température ambiance maximale (°C)**	**Fuite maximale considérée**	**Probabilité d' occurrence et durée du dégagement**	**Mesure de prévention**	**Méthodologie de classement et de zonage ATEX**	**Degré de dégagement**	**Type ventilation Vitesse ventilation Disponibilité**	**Caractéristique de dégagement (m^3/s) (Taux de dégagement kg/s)**	**Degré de dilution**	**Type de dégagement**	**Zonage ATEX**	**Spécification minimum des matériels à installer en zone**
FT501_STAB	Stabilisateur de débit	Intérieur local membranes	Biogaz 40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 200ppm	0,3	0	0	40	Fuite au niveau du plan de brides	La probabilité d'occurrence est faible (non prévisible en fonctionnement normal) et la durée est continue lorsque la fuite se produit.	**Note 1**	Voir « Tuyauteries biométhane HP et robinetterie sur tuyauteries intérieures » (pas de distinction entre les tuyauteries biométhane HP et biogaz HP)							
FT501 FT543R FT542P FT545 AT501	Débitmètres et analyseur	Intérieur local membranes	100% CH_4 40 mg/Nm^3 THT	16	25	0	40	Fuite au niveau du plan de brides	La probabilité d'occurrence est faible (non prévisible en fonctionnement normal) et la durée est continue lorsque la fuite se produit.	-	Voir « Tuyauteries biométhane HP et robinetterie sur tuyauteries intérieures » (pas de distinction entre les tuyauteries biométhane HP et biogaz HP)							
-	Membranes	Intérieur local membranes	100% CH_4 40 mg/Nm^3 THT	16	25	0	40	Fuite au niveau de l'alésage clamp ¾" (alésage < 50mm)	La probabilité d'occurrence est faible (non prévisible en fonctionnement normal) et la durée est continue lorsque la	-	Voir « Tuyauteries biométhane HP et robinetterie sur tuyauteries intérieures » (pas de distinction entre les tuyauteries biométhane HP et biogaz HP)							

									fuite se produit.		
PSV503	Soupape de sécurité sur bouteille B503	Intérieur local membranes, reliée à l'évent	Biogaz 40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 200ppm	0,4	0	0	40	Débit à la brèche	Le déchargement par les soupapes n'est pas prévu en fonctionnement normal.	Ouverture de la XV503 sur seuil de pression très haute, inférieur à la pression de tarage de la soupape.	Voir évent de toiture
PSV545	Soupape de sécurité	Intérieur local membranes, reliée à l'évent	Biogaz 100% CH_4 40 mg/Nm^3 THT	16	25	0	40	Débit à la brèche	Le déchargement par les soupapes n'est pas prévu en fonctionnement normal.	Régulation de pression du compresseur	Voir évent de toiture
PSV548	Soupape de sécurité	Extérieur, reliée à l'évent	Biogaz 40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 200ppm	0,4	0	0	40	Débit à la brèche	Le déchargement par les soupapes n'est pas prévu en fonctionnement normal.	-	Voir évent de toiture

TAG	Désignation	Localisation	Produit mis en œuvre Composition (%vol/vol)	Pression maximale (barg)	Température gaz minimale (°C)	Pression ambiance refoulement (barg)	Température ambiance maximale (°C)	Fuite maximale considérée	Probabilité d' occurrence et durée du dégagement	Mesure de prévention	Méthodologie de classement et de zonage ATEX	Degré de dégagement	Type ventilation Vitesse ventilation Disponibilité	Caractéristique de dégagement (m^3/s) (Taux de dégagement kg/s)	Degré de dilution	Type de dégagement	Zonage ATEX	Spécification minimum des matériels à installer en zone
XV503	Vanne s'ouvrant sur seuil PT503 haut	Intérieur local membranes, reliée à l'évent	Biogaz 40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 200ppm	0,3	0	0	40	Débit à la brèche Emission lors de l'ouverture de la vanne, diamètre intérieur de la vanne, limité par le débit maximal arrivant dans la bouteille	La vanne se referme dès que PT503 atteint son seuil haut. Seul un arrêt d'urgence ou détection gaz / incendie provoque son ouverture --> dès lors que l'opérateur passe la vanne XV503 en mode AUTO la vanne se ferme. En mode « MAN » l'opérateur peut choisir la position de la vanne.	Les seuils H et HH de la mesure PT503 ne peuvent pas être inhibés par l'opérateur. Le seuil HH de la mesure PT503 ne peut pas être renseigné au-delà de 450 mbarg. Le seuil H ne peut pas être renseigné en dessous de 100 mbarg.	Voir évent de toiture								
-	Event de toiture Emission des dégagements de XV503, PSV503, PSV545, PSV548, refoulement analyseur AT500 et offgaz	Sur le toit du conteneur	100% CH_4 40 mg/Nm^3 THT	16 et 21	25	0	40	La zone la plus étendue est liée à l'échappement de la PSV545 Offgaz : voir D-I.4	-	-	Rapport_PRODEVAL_14042021b	En fonction des sources de dégagement listées précédemment et reliées à l'évent	Naturelle ; 1m/s	-	-	Diffusif	**VPUR1/2/3** Zone 2 D = 0,96 m H1 = 12,27 m H2 = 0,5 m **Note 3** **VPUR4** Zone 2 D = 1,16 H1 = 15,02 H2 = 0,5 m **Note 3** **VPUR5/6/7** Zone 2 D = 1,70 H1 = 19,30 H2 = 0,5 m	II 3 G IIA T1

																	Note 3	
TAG	**Désignation**	**Localisation**	**Produit mis en œuvre Composition (%vol/vol)**	**Pression maximale (barg)**	**Température gaz minimale (°C)**	**Pression ambiance refoulement (barg)**	**Température ambiance maximale (°C)**	**Fuite maximale considérée**	**Probabilité d' occurrence et durée du dégagement**	**Mesure de prévention**	**Méthodologie de classement et de zonage ATEX**	**Degré de dégagement**	**Type ventilation Vitesse ventilation Disponibilité**	**Caractéristique de dégagement (m^3/s) (Taux de dégagement kg/s)**	**Degré de dilution**	**Type de dégagement**	**Zonage ATEX**	**Spécification minimum des matériels à installer en zone**
-	Portes du local membranes	Sur une paroi du conteneur	0	0	-	-	-	Cas où une zone ATEX atteint la porte, malgré l'entrée d'air frais par la grille de la porte	**Note 2**	-	NF EN 60079-10-1:2016	Secondaire	Naturelle 0,5 m/s Bonne	1,19.10^{-3} kg/s 4,80.10^{-2} m^3/s	Moyen	Diffusif	Zone 2 Sphère de 1,1m de rayon à partir du cadre de grille de ventilation	II 3 G IIA T1
M590 – M591	Refoulement de la ventilation du conteneur	En partie haute du conteneur, portés par une paroi côté réseau biogaz	100% CH_4 40 mg/Nm^3 THT	20	25	0	40	Taux de dégagement de la fuite intérieure la pire, dilué dans le débit d'air	-	-	NF EN 60079-10-1:2016	Secondaire	Ventilation forcée continue Bonne 0,29 m/s au passage de la grille	1,46.10^{-4} kg/s 6,0.10^{-3} m^3/s	Moyen	Diffusif	Zone 2 Sphère de 1,20 m de rayon	II 3 G IIA T1
													Résultat ventilation forcée lors d'une détection de fuite Bonne 2,78 m/s au passage de la grille	1,46.10^{-4} kg/s 6,0.10^{-3} m^3/s	Elevé	Diffusif		-

-	Intérieur du local membranes	Intérieur du local membranes	100% CH_4 40 mg/Nm^3 THT	20	25	0	40	Fuite majorante : PCV542R	La probabilité d'occurrence est faible (non prévisible en fonctionnement normal) et la durée est limitée (durée de diffusion du dégagement jusqu'à détection par le détecteur de LIE) lorsque la fuite se produit.	Equipements en INOX316 ou INOX304.	NF EN 60079-10-1:2016	Secondaire	Ventilation requis pour maintenir une zone 2 (suivant philosophie au C-II.1) : Vitesse 0,003 m/s Débit 1,19.10^{-2} m^3/s (soit 68 m^3/h)	1,46.10^{-3} kg/s 5,9.10^{-2} m^3/s	Moyen	Diffusif	Zone 2 (intérieur du local)	II 3 G IIA T1

Note 1 :

Mise en place de deux détecteurs de LIE qui envoient une alarme lors de l'atteinte du seuil de 10% et coupent l'alimentation électrique du local membrane lors de l'atteinte du seuil de 20%.

La coupure d'alimentation du local membranes provoque la fermeture automatique des électrovannes NF de sécurité gaz XV501, XV545 et XV548 l'ouverture de l'électrovanne NO de purge (XV503) et mise en position sur la voie n°1 (évent) de la vanne XV546.

La ventilation reste en marche jusqu'à ce que les niveaux de LIE590A et LIE590B soient inférieurs 10% de la LIE et que l'opérateur acquitte l'alarme et le défaut.

Si les deux capteurs de LIE (LIE590A et LIE590) renvoient des valeurs différentes et si cette différence de mesure est supérieure, en valeur absolue, à 2% alors une alarme « Ecart mesures LIE » est affiché sur la supervision.

Note 2 :

L'ouverture de la porte du local membranes peut se faire régulièrement (plusieurs fois par jour). La grille d'entrée de l'air frais se situant sur la porte, l'ouverture de la porte ne fait qu'apporter plus d'air frais et la porte n'étant pas dans une zone ATEX du conteneur, son ouverture ne génère pas de zone ATEX extérieure au conteneur. La porte n'est pas située dans une zone ATEX dans le conteneur.

Note 3 :

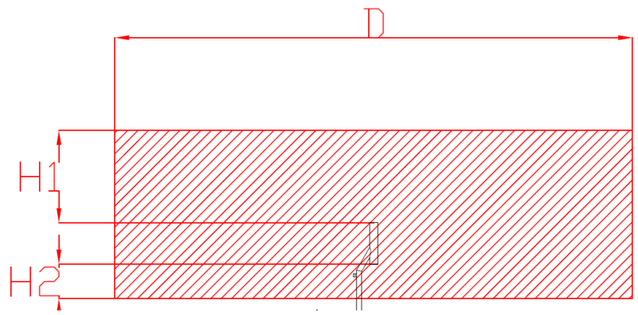
Le zonage standard retenu est applicable aux VPUR1 à VPUR6

Pour les projets VPUR1 et VPUR2, le zonage suivant reste valable :

VPUR1 : zone de diamètre D = 5 m

VPUR2 : zone de diamètre D = 6 m

Représentation de la zone ATEX autour de l'évent PRODEVAL :



Note 4 :

Lorsqu'un raccordement se situe dans un calorifugeage, le type de raccordement est regardé afin de déterminer s'il y a un risque de fuite à l'intérieur du calorifugeage. Un piquage soudé sur la tuyauterie principale ne peut pas être à l'origine d'une ATEX alors qu'un raccord vissé ou une bride peuvent générer une ATEX. Les connections électriques situées dans un calorifugeage doivent respecter le classement ATEX identifié dans le calorifugeage.
Note 5 : L'échangeur EH800 (et l'instrumentation associée TSL 900) disposent d'un traçage adapté au risque ATEX.

D-I.1. PUITS A CONDENSAT

Désignation	Localisation	Composition (%vol/vol)	Pression maximale (barg)	Température minimale (°C)	Pression ambiance refoulement (barg)	Température ambiance maximale (°C)	Fuite maximale considérée	Probabilité d' occurrence et durée du dégagement	Mesure de prévention	Méthodologie de classement et de zonage ATEX	Degré de dégagement	Type ventilation Vitesse ventilation Disponibilité	Caractéristique de dégagement (m^3/s) (Taux de dégagement kg/s)	Degré de dilution	Type de dégagement	Zonage ATEX	Spécification minimum des matériels à installer en zone
Puits à condensat	Ciel gazeux	40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 4%	0.002	0	0	40	Echappement de biogaz dans le ciel gazeux du puits lors d'un déjaugeage de la garde hydraulique	Non prévu en fonctionnement normal. Moins de une heure par an	Le déjaugeage de la garde hydraulique du puits à condensats est un évènement exceptionnel qui entraîne l'arrêt de l'installation et le dégagement généré est donc considéré comme secondaire.	-	Secondaire	Naturelle 0,001 m/s Médiocre	9.10^{-3} kg/s 0,17 m^3/s	Faible	Diffusif	Zone 1 Volume intérieur du puit	II 2 G IIA T1
		40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 4%	0.002	0	0	40	Ouverture du puits par un opérateur	Non prévu en fonctionnement normal. Moins de une heure par an	L'ouverture du puit à condensats se fait très rarement et l'étanchéité est réalisé par ajustement serré donc il s'agit d'une ouverture de type B selon la norme EN 60079-10-1 : 2016	-	Secondaire	Naturelle 0.5 m/s Bonne	9.10^{-3} kg/s 0,17 m^3/s	Moyen	Diffusif	Zone 2 sphère de 2m de rayon à partir de la bride	II 3 G IIA T1
	Event Puits à condensats	40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 4%	0.002	0	0	40	Emission de méthane via l'évent du puits à condensat lors du déjaugeage de la garde hydraulique. Fuite par un orifice de	En fonctionnement normal, le capteur LSL901 empêche le déjaugeage de la garde hydraulique du puits et aucun	L'évent est ouvert en permanence. Il s'agit donc d'une ouverture de type A au sens de la norme EN 60079-10-1 : 2016.		primaire	Naturelle 0.5 m/s Bonne	$1,9.10^{-3}$ kg/s. 0.035 m^3/s	Elevé	Diffusif	Zone 2 sphère de 2m de rayon autour de la bouche d'évent	II 3 G IIA T1

							diamètre 30 mm	dégagement de gaz ne peut se produire.									

D-I.2. Compresseurs BAUER

Le zonage des compresseurs BAUER est repris de l'analyse transmise par le constructeur et basée sur des modélisations réalisées par BAUER à l'aide du logiciel PHAST.

Tableau 3: Identification des sources de dégagement, des degrés de dégagement et du zonage pour les compresseurs BAUER (cas à 16 barg)

Désignation	Localisation	Composition (%vol/vol)	Pression maximale (barg)	Température gaz minimale (°C)	Pression ambiance refoulement (barg)	Température ambiance maximale (°C)	Fuite maximale considérée	Probabilité d' occurrence et durée du dégagement	Mesure de prévention	Méthodologie de classement et de zonage ATEX	Degré de dégagement	Type ventilation Vitesse ventilation Disponibilité	Caractéristique de dégagement (m^3/s) (Taux de dégagement kg/s)	Degré de dilution	Type de dégagement	Zonage ATEX	Spécification minimum des matériels à installer en zone
Déchargement de pression par soupapes BioCube EVO9 **Note 6**	Extérieur, entre 10 cm et 2m de hauteur	40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 4%	16	25	0	40	Emission de gaz par l'orifice de la soupape lors de son ouverture, via un évent (diamètre 13,5 mm pour toute la gamme)	-	-	-	-	-	-	-	-	Zone 1 (évent BAUER) Zone 2 (soupape) Cônes orientés vers le haut de 20°C : D = 0,3 m L = 1,5 m	Zone 1 : II 2 G IIA T1 Zone 2 : II 3 G IIA T1
Dégagements par la ventilation du capotage BioCube EVO9 **Note 6**	Extérieur, entre 10 cm et 2m de hauteur	40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 4%	16	25	0	40	Fuites à l'intérieur du capotage du compresseur, d'un diamètre de 2,5mm²	-	-	-	-	-	-	-	-	Zone 2 Sphère d'un rayon 1,5 m **Note 7**	II 3 G IIA T1
Dégagements par des éléments hors du capotage BioCube EVO9 **Note 6**	Extérieur, entre 10 cm et 2m de hauteur	40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 4%	16	25	0	40	Bride sur le dessus du capotage + Brides « zones enveloppes », voir schémas en note 4)	-	-	-	-	-	-	-	-	Zone 2 Sphère d'un rayon 25 cm **Note 7**	II 3 G IIA T1
Event de fourniture PRODEVAL	Extérieur	40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 4%	16	25	0	40		-	-	-	-	-	-	-	-	Zone 2 Cylindre rayon 5m, hauteur 5m, distance sous l'évent 1,5m	II 3 G IIA T1

Note 6 :

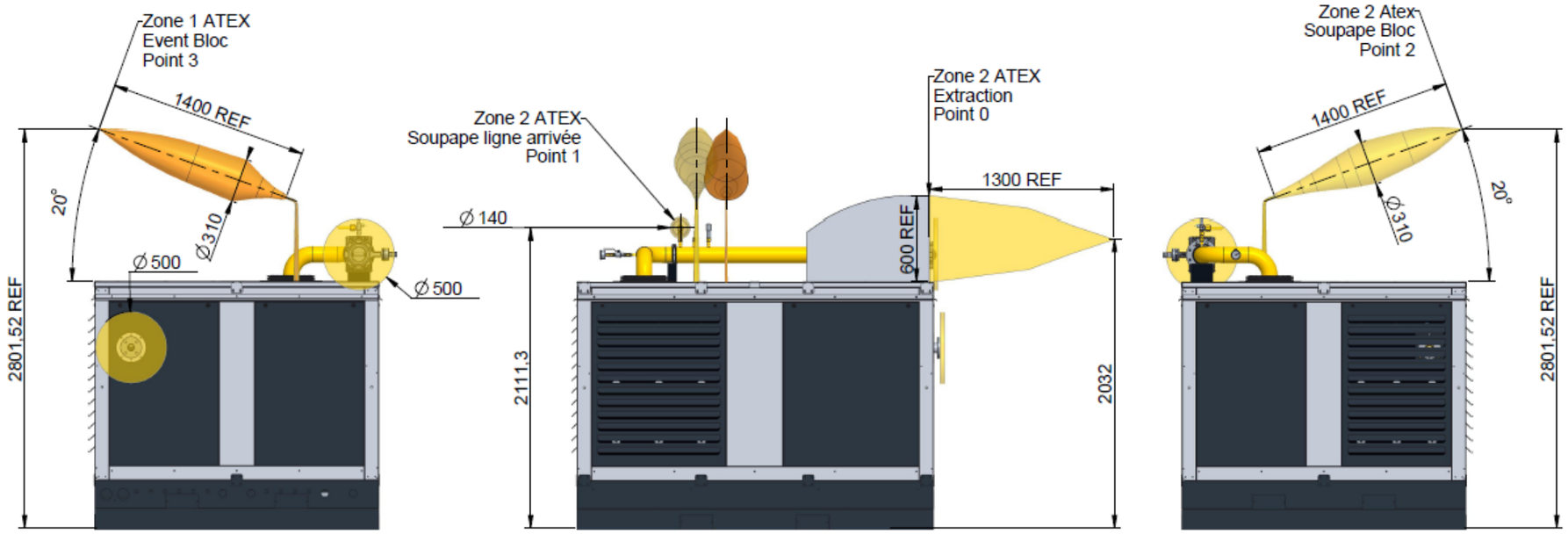
Le zonage fourni est valable pour le compresseur BioCube EVO9.

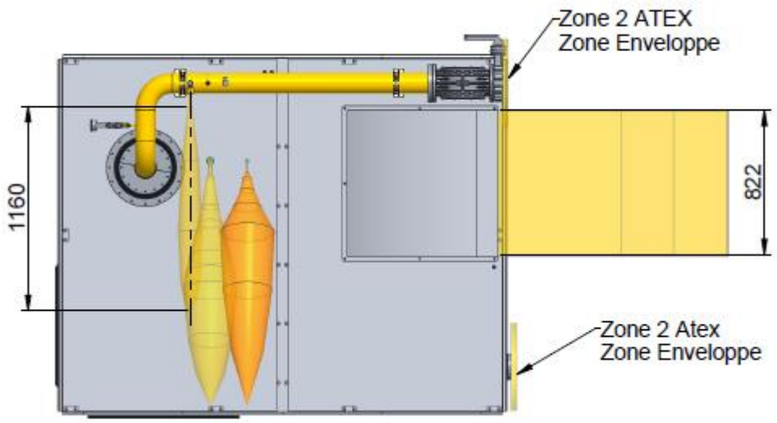
Note 7 :

Zonage PRODEVAL sur la base du zonage BAUER jugé trop réduit.

Note 8 :

Extraction des vues originales **(pour information uniquement)** fournies par BAUER pour le BioCube EVO9 : **attention, le zonage PRODEVAL est plus conservatif que le zonage BAUER et indique une zone 2 cylindrique de 2.9m de diamètre et 0.48m de hauteur autour de l'évent pour prendre en compte toutes les orientations potentielles de l'évent.**





D-I.3. SOUPAPES DE SECURITES RELIEES A L'EVENT ET VANNE DE SECURITE XV503

Tableau 4 : caractéristiques des sources de dégagement

Désignation	Localisation	Composition (%vol/vol)	Pression maximale (barg)	Température gaz minimale (°C)	Pression ambiance refoulement (barg)	Température ambiance maximale (°C)	Fuite considérée
PSV503 - Soupape de sécurité sur bouteille B503 – tarée à une pression supérieure au seuil d'ouverture de la XV503	Intérieur local membranes, reliée à l'évent dont l'évacuation est entre 2 m et 5 m de haut	40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 200ppm	0,3	0	0	40	Emission via l'orifice de la soupape lors de l'ouverture, limitée par le débit circulant dans la canalisation
PSV545 - Soupape de sécurité		100% CH4 40 mg/Nm³ THT	16	25	0	40	
PSV548 - Soupape de sécurité		40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 200ppm	0,4	0	0	40	
XV503 - Vanne s'ouvrant sur seuil PT503 haut		40 – 70% CH_4 30 – 60 % CO_2 H_2S < 200ppm	0,3	0	0	40	Emission lors de l'ouverture de la vanne, diamètre intérieur de la vanne, limité par le débit maximal arrivant dans la bouteille

Les équipements sont en INOX316 ou INOX304. La section de fuite correspond à la surface de l'orifice de la soupape pour chaque soupape et du corps de vanne pour XV503.

Les soupapes étant reliées à l'évent, on ne considère pas de fuite de la soupape à l'intérieur du conteneur.

Le déchargement par les soupapes n'est pas prévu en fonctionnement normal. La vanne XV503 s'ouvre sur un niveau très haut de PT503, inférieur à la pression de tarage de PSV503, et se referme dès que PT503 atteint son seuil haut. Seul un arrêt d'urgence ou détection gaz / incendie provoque son ouverture. Le déchargement par la PSV503 est donc moins probable que par la XV503.

L'évent suit la conception VALOPUR®, soit suivant la figure Figure 2 : l'émission se fait principalement au-dessus de l'évent et également plus légèrement en-dessous suivant l'étude de modélisation réalisée par NEODYME.

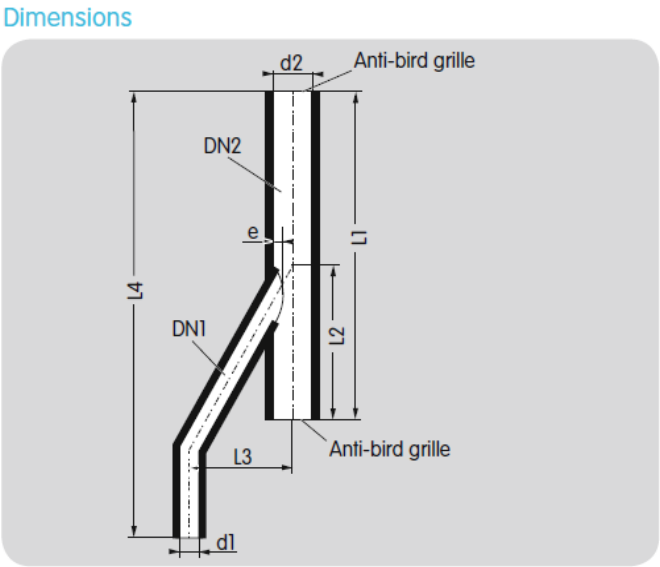


Figure 2: géométrie de l'évent de toiture

Les dimensions de la zone retenues sont celles de la soupape créant la zone ATEX la plus étendue comme indiqué dans le Tableau 3.

D-I.4. EVACUATION DES OFFGAZ A L'EVENT DE TOITURE

Le biogaz émis à l'évent est composé d'au maximum 5% de méthane pour environ 95% de CO_2. Une zone explosible pourrait se former si et seulement si la quasi-totalité du CO_2 était chassée et remplacée par de l'air, pour atteindre la LIE.

Par ailleurs, le taux d'oxygène au-dessous duquel l'inflammation ne se produit pas pour un mélange de méthane dans du CO_2 est d'environ 14%. Le taux de dilution permettant d'atteindre ce taux de 14% d'oxygène (l'oxygène étant apporté par l'air) amènerait la concentration en méthane dans le mélange à 1,7%, soit une concentration inférieure à la LIE du méthane.

Une modélisation de la dispersion a été réalisée sous le logiciel PHAST 7.22 en modélisant une fuite illimitée de gaz à 4 m de hauteur par l'évent et donne le graphique suivant (le mélange étant proche de la LIE du méthane, on est à la limite du modèle et les distances estimées doivent être considérées avec précaution).

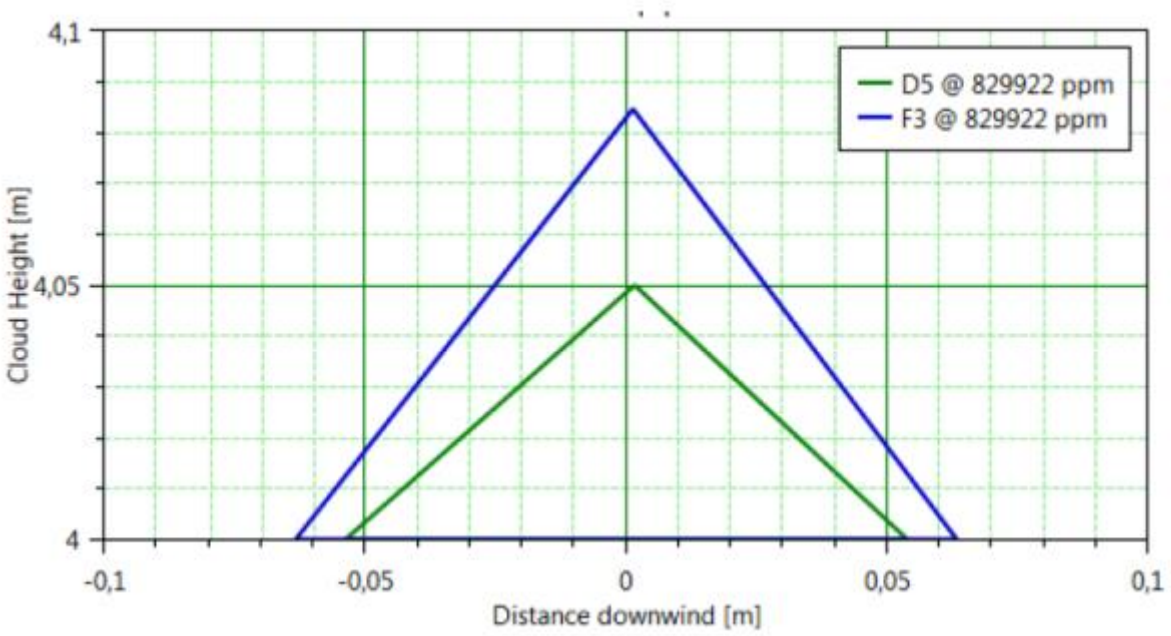


Figure 3: Résultat graphique de la modélisation PHAST: coupe verticale du nuage émis, les courbes représentent la distance à laquelle le mélange passe en-dessous de la LIE pour deux conditions météorologiques différentes, recommandées dans les modélisations de phénomènes dangereux en France

L'évacuation des offgaz est donc une zone 0 d'étendue négligeable, c'est-à-dire une zone non dangereuse.