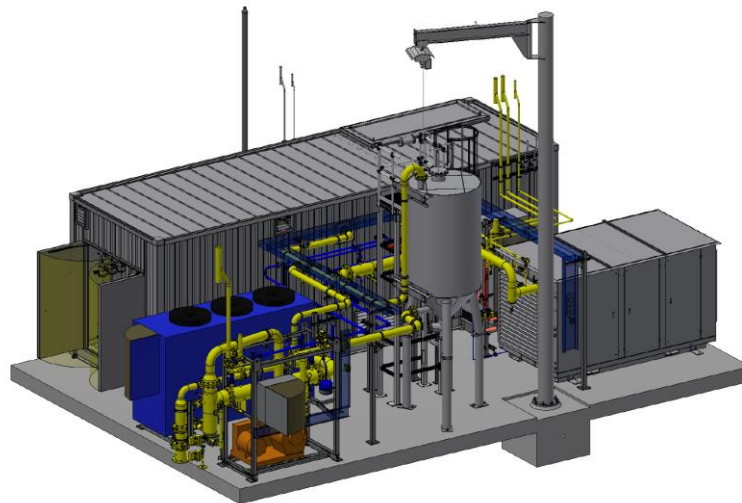


Document de protection antidéflagrante

conformément à l'article 6 (1) du Règlement relatif aux substances dangereuses
(Gefahrstoffverordnung- GefStoffV)

BGAA M500



Date de rédaction : 01.03.2017

Dernière révision : 12.06.2019

**Hitachi Zosen
INOVA**

Hitachi Zosen Inova BioMethan GmbH

Ludwig-Elsbett-Straße 1
27404 Zeven

Téléphone : 04281 9876-0

Télécopie : 04281 9876-100

Adresse Web : www.hzi-biomethan.com

Mail: info@hzi-biomethan.com

Tous droits réservés également pour la traduction et la reproduction de quelque type qu'elle soit,
même s'il s'agit d'extraits.

Document de protection antidéflagrante

Sommaire

Sommaire.....	2
1 Introduction	3
1.1 Champ d'application.....	3
2 Principes	4
2.1 Responsabilités / compétences de la zone d'opération.....	4
3 Description de l'installation.....	5
3.1 Description brève de l'installation	5
3.2 Caractéristiques de l'installation	5
3.3 Domaine d'exploitation de l'installation	6
3.3.1 Instructions d'interdiction et d'avertissement	6
3.3.2 Notions et abréviations	7
3.3.3 Postes de travail.....	7
3.4 Caractéristiques techniques de sécurité du biogaz.....	8
4 Évaluation du danger.....	9
4.1 Définition du danger d'explosion	9
4.2 Définition et évaluation des dangers d'explosion	10
4.2.1 Matières déflagrantes	10
4.2.2 Sources d'incendie effectives	10
4.3 Définition des zones explosives.....	13
5 Concept de protection contre les explosions de l'UEBM.....	15
5.1 Conduites de gaz	15
5.1.1 Inertage du système de canalisations	16
5.1.2 Travaux de maintenance et de réparation	18
5.1.3 Dysfonctionnements	18
5.2 Systèmes de chauffage et de refroidissement.....	18
5.3 Désulfuration.....	19
5.3.1 Travaux de maintenance et de réparation	20
5.4 Puits à condensat	21
5.5 Compresseur principal	22
5.6 Local membranes	22
5.6.1 Gaz d'étalonnage.....	23
5.7 Local électrique.....	24
6 Conclusion.....	25
Annexe A : Documents associés.....	26

1 Introduction

Le document de protection antidéflagrante a été rédigé en respectant les exigences du § 6 Règlement relatif aux substances dangereuses. Pour les segments de l'unité d'épuration de biogaz dans lesquels des atmosphères déflagrantes sont prévisibles, ont été appliquées les instructions minimales de l'annexe 1, section 1.6, du Règlement relatif aux substances dangereuses. Lors de la rédaction du document relatif à la protection contre les explosions, la structure s'est appuyée sur la norme BGR104 (obsolète, juillet 2010). En outre, les règles de protection contre les explosions de la DGUV R113-001 ont été respectées.

Le document des protections déflagrantes constitue de plus la base pour les travaux quotidiens et les stages d'information réguliers ou d'initiation des collaborateurs.

1.1 Champ d'application

Ce document de protection antidéflagrante satisfait les exigences définies au § 6 Règlement relatif aux substances dangereuses concernant l'unité d'épuration de biogaz décrites au chapitre 3.

Pour d'autres segments de l'installation, au besoin, il faut rédiger des documents spécifiques ou compléter ce document de protection antidéflagrante en fonction des conditions sur le site.

Le document de protection antidéflagrante concerne :

- les secteurs qui sont considérés comme exposés au danger d'explosion et subdivisés en zones,
- dans tous les cas, dans lesquels la particularité de l'environnement du travail, des postes de travail, des instruments de travail ou des matières dont l'interaction mutuelle et ceux qui l'exigent à cause des dangers émanant d'une utilisation en atmosphères déflagrante,
- et pour des dispositifs dans des segments non menacés qui pour la mise en œuvre sans risque d'instruments de travail indispensables se trouvent dans des segments exposés ou qui y contribuent.

Le document de protection antidéflagrante comporte des exigences concernant :

- l'initiation du personnel pour les travaux dans des segments présentant un danger d'explosion,
- les instructions écrites, les validations pour l'exécution de travaux, la surveillance,
- les panneaux d'avertissement sur les sites présentant un danger d'explosion,
- l'interdiction d'utiliser des sources d'ignition dans des segments exposés au danger d'explosion de même que les mesures de protection antidéflagrante.

2 Principes

Le document relatif à la protection contre les explosions est basé sur l'ordonnance sur les substances dangereuses. Ces directives définissent les principes et les exigences minimales pour les zones dangereuses.

2.1 Responsabilités / compétences de la zone d'opération

Sur l'unité de méthanisation sont compétents pour la sécurité l'exploitant mentionné plus haut et les tiers mandatés par ses soins. Un personnel formé est chargé de l'exploitation de l'installation de biogaz. Ce dernier est par conséquent responsable de l'exécution des mesures de contrôle et de maintenance sur l'unité de méthanisation. Les contrôles quotidiens de l'installation sont également à la charge de l'exploitant. Ceux-ci relèvent aussi de la compétence du service de permanence. Le service du fabricant est disponible aux heures ouvrables indiquées et peut intervenir par maintenance à distance. Les mesures de maintenance sont attribuées en cas de besoin, à des sociétés spécialisées et sont, de même que les réparations et l'entretien, exécutées par celles-ci et le personnel de maintenance propre à l'entreprise.

Des stages d'initiation appropriés permettront de familiariser le personnel en charge avec les exigences de la protection contre les explosions. Seules les personnes formées et autorisées sont habilitées à intervenir sur l'installation. Les formations doivent être reprises régulièrement et figurer au procès-verbal. L'exploitant de l'installation doit établir des instructions écrites et des permis de travail pour travailler sur l'installation, en fonction de des différentes procédures de travail.

3 Description de l'installation

3.1 Description brève de l'installation

L'unité d'épuration de biogaz sépare par fermentation le mélange gazeux produit (biogaz) en biométhane (gaz de production) et en gaz carbonique (gaz pauvre) à l'aide d'une procédure à membrane.

Le biogaz s'écoule de l'unité de méthanisation jusque dans l'unité de transport du gaz (GTE). Dans cette unité, le biogaz est précomprimé à ~100-300 mbarg.

Lors de son passage dans le filtre à charbon actif en aval, le gaz est débarrassé du siloxane et du sulfure d'hydrogène. Le sulfure d'hydrogène réagit avec l'oxygène contenu dans le biogaz brut pour se transformer en soufre élémentaire absorbé par le filtre à charbon actif.

Un compresseur à vis accroît encore la pression à 12 à 16 bar de surpression. Le gaz est pré-conditionné par refroidissement, par la séparation du condensat et de l'huile puis par réchauffage à destination d'une une procédure à membrane à trois niveaux. La préparation intervient en trois étapes intermédiaires. La première étape sépare essentiellement le gaz en CH₄ et CO₂. Dans la deuxième étape on sépare avec précision le gaz de production. La troisième étape se charge du micronettoyage du gaz pauvre. Les autres flux résiduels des étapes 1 et 2 sont recyclés dans le processus.

- Le gaz de production riche en méthane (biométhane) vers l'alimentation,
- le gaz à l'air pauvre en méthane (gaz carbonique) est renvoyé dans l'atmosphère,
- Retour du gaz recyclé en amont de la soufflerie à pression préliminaire.

3.2 Caractéristiques de l'installation

Du fait des spécifications détaillées, seule une partie des caractéristiques de l'installation sont données. Ce sont les caractéristiques significatives des points de conception de l'installation de traitement

Caractéristiques de l'installation

Quantité minimale de biogaz brut	275	Nm ³ /h
Quantité maximale de biogaz brut	550	Nm ³ /h
Quantité minimale de biométhane	135	Nm ³ /h

Document de protection antidéflagrante

Quantité max. de biométhane	275	Nm ³ /h
Pression de service maximale après pré-compression (MOP)	0,3	bar(g)
Pression de service maximale après compression principale (MOP)	16	bar(g)

3.3 Domaine d'exploitation de l'installation

Le plan de masse de l'usine doit être consulté pour déterminer le domaine d'exploitation. Pour plus d'informations, consulter les schémas et les plans dans la documentation de l'installation. La détermination du domaine d'exploitation passe tout d'abord par l'établissement des interdictions et des avertissements, et l'explication des diverses notions utilisées sur l'installation

3.3.1 Instructions d'interdiction et d'avertissement



P02 : flamme ouverte, lumière ouverte ou fumer interdits



P06 : accès interdit à toute personne non autorisée



Les secteurs menacés d'explosion doivent être signalés par des panneaux appropriés avec des caractères noirs sur fond jaune.

3.3.2 Notions et abréviations

Unité d'épuration de biogaz	UEB	Unité d'épuration du gaz brut par dessiccation (refroidissement), désulfuration (filtrage à charbon actif) et extraction du gaz carbonique à l'aide de membranes à fibres creuses.
Système de séchage du gaz <i>(en option)</i>	GWT	Partie de l'installation dédiée au nettoyage préalable et à la séparation des substances solubles dans l'eau
Unité de transport du gaz <i>(en option)</i>	GTE	Partie de l'installation dédiée à l'augmentation de la pression et à la séparation fine des particules H ₂ S et COV
Désulfuration générale du biogaz brut <i>(en option)</i>	RBGE	Partie de l'installation dédiée à la désulfuration générale en présence d'une teneur élevée en H ₂ S en entrée d'installation
Conteneur	Ct	Contient diverses parties de l'installation en implantation intérieure, telle que le local membranes, le local compresseur, le local électrique
Atmosphère déflagrante		Mélange de gaz explosifs constitué de vapeurs, brouillard et poussières avec de l'air, mélange auxiliaire habituel inclus de (par exemple humidité) dans des conditions atmosphériques.
Secteurs présentant un risque d'explosion		Locaux dans lesquels à cause des relations entre le site et l'exploitation une atmosphère explosive risque d'apparaître. Ces secteurs sont divisés en zones.

3.3.3 Postes de travail

L'employeur est tenu de satisfaire à l'ensemble des mesures de protection imposées par les normes et réglementations applicables à son entreprise et aux postes de travail y afférant. La mise en œuvre de telles mesures doit être contrôlée à intervalles appropriés.

Document de protection antidéflagrante

3.3.3.1 Actions

Les actions concernées varient selon le cycle de vie de l'installation. Néanmoins, de manière générale, le document de protection contre les explosions doit être appliqué à la lettre sur l'ensemble des cycles de vie de l'installation, et lors des actions dans leur intégralité.

En fonctionnement régulier ou normal de l'installation, les opérations de contrôle et de maintenance doivent être définies en priorité. En ce qui concerne la maintenance, les opérations varient selon la raison motivant la maintenance. Il peut s'agir par exemple du remplacement du charbon actif ou du contrôle des réservoirs sous pression.

3.4 Caractéristiques techniques de sécurité du biogaz

Le biogaz est un système gazeux à plusieurs composants et principalement constitué de méthane (CH₄) et d'oxyde de carbone (CO₂). Autres constituants (dans un ordre de grandeur < 1%) pouvant être par exemple : de l'eau, du sulfure d'hydrogène, de l'ammoniac, Siloxane, des gaz rares.

Composants principaux du biogaz : CH₄ approx. 50 à 72 %
CO₂ approx. 40 à 25 %

Composants principaux du biométhane : CH₄ approx. 96,5 à 99,9 %
CO₂ approx. 4 à 0 %

Le méthane en tant que composant inflammable du biogaz est caractérisé comme suit.

- Densité : 0,7175 kg/m³
- Famille de gaz : 2
- Groupe déflaquant et classe thermique : II A T1 (corresp. > 450 °C)
- Limite inférieure d'explosion à l'air : 4,4 vol. - %
- Limite d'explosion supérieure à l'air : 16,5 vol. - %
- Vitesse d'explosion maximale 43 cm/s
- Température d'auto-inflammation approx. 595 °C

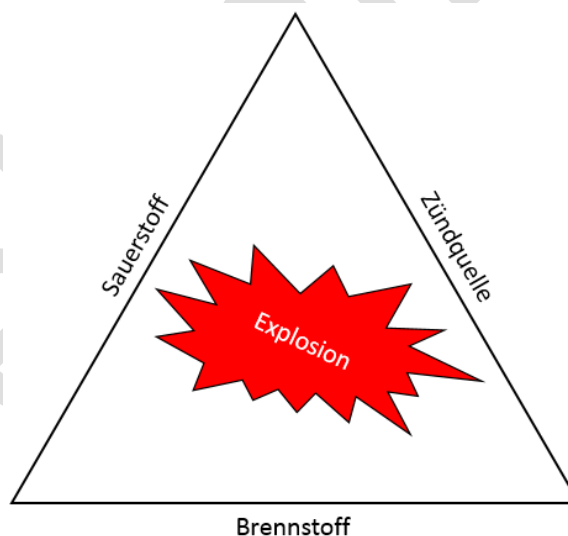
Pour le biogaz et le biométhane, le gaz d'étalonnage doit être désigné comme une substance dangereuse. Le gaz d'étalonnage est situé dans le local membranes, à l'abri de tout accident (volume ~10 l). Les fiches techniques des deux substances sont disponibles.

4 Évaluation du danger

L'exploitant d'installations présentant un danger d'explosion, doit s'assurer, indépendamment du nombre des employés, dans le cadre de ses obligations selon 1999/92/EG, que des documents concernant la protection contre les explosions soient rédigés et maintenus à jour. Pour déterminer un danger d'explosion et l'évaluer, il faut prendre chacun des composants en considération individuellement.

4.1 Définition du danger d'explosion

Selon DIN EN 1127-1, le risque d'explosion dépend généralement des substances utilisées. Lorsqu'elles entrent en contact avec l'air, certaines substances peuvent notamment générer des réactions d'oxydation ou de décomposition, résultant en une augmentation de la température, de la pression ou des deux à la fois. Contrairement à un incendie, l'explosion est caractérisée par la propagation auto-entretenu de la zone de réaction par le mélange explosif. Il convient de noter que le risque ne vient pas uniquement de la substance utilisée. Une atmosphère explosive est générée par la concomitance de certaines circonstances. Ces circonstances sont résumées ci-dessous dans le triangle des risques.



Les dangers d'explosion sont susceptibles de se manifester en présence de matières inflammables (oxydables exothermiquement), lorsque ces matières apparaissent sous forme de répartition fine (degré de dispersion), sous forme de gaz, de vapeurs, de brouillard (gouttes de liquides ou aérosols) ou de poussières (particules solides) et que leur concentration dans le mélange avec l'air se trouve dans certaines limites (limites d'explosivité) et que le volume du mélange représente un danger (atmosphère dangereusement déflagrante). Pour provoquer une explosion il faut qu'une source d'ignition efficace soit présente.

Document de protection antidéflagrante

Lorsque toutes les circonstances citées ci-dessus sont présentes, le risque d'explosion est avéré. De telles situations induisent un risque de blessures graves, de destruction de bâtiments ou des parties de l'installation ou d'inflammation d'autres matières combustibles (incendies consécutifs).

4.2 Définition et évaluation des dangers d'explosion

Sur la base du triangle des risques déployés précédemment, les chapitres qui suivent tiennent compte des substances potentiellement explosives, ainsi que des sources d'ignition, selon DIN EN 1127-1.

4.2.1 Matières déflagrantes

A cause de sa haute teneur en gaz carbonique et de son humidité élevée, le biogaz brûle lentement voilà pourquoi il est recommandé de classer "haut" le risque d'explosion et de dommages.

Le biométhane a pratiquement les mêmes propriétés que le gaz naturel et ceci vaut également pour son comportement à la calcination et à l'explosion.

Les deux gaz associés à l'air sont susceptibles de former des atmosphères déflagrantes dangereuses à cause des quantités de gaz traitées dans l'installation.

4.2.2 Sources d'incendie effectives

4.2.2.1 Surfaces chaudes

Dans les secteurs dans lesquels le biogaz ou biométhane est stocké et transporté, la température des surfaces extérieures des composants ne doivent pas dépasser 80 % de la température d'ignition (catégorie thermique T1 → 450°C). On réalise cette condition préalable en réduisant le plus possible la présence des composants et en utilisant des composants habilités pour ces applications.

Le biogaz brut est chauffé avec de l'eau (à approx. 70 - 80°C) dans les échangeurs de chaleur à faisceau tubulaire. Une surchauffe possible de l'eau est limitée à approx. 150°C à l'aide de soupapes de surpression.

4.2.2.2 Flammes et gaz chauds

En mode de production normal, sur l'ensemble de l'installation de préparation de biogaz, ne sont produits ni flammes ni gaz chauds.

4.2.2.3 Étincelles produites mécaniquement

Dans les zones dans lesquelles peuvent apparaître des atmosphères explosives on n'utilise normalement que des outils qui ne produisent pas l'étincelles du fait des matériaux les composant et/ou du graissage.

Pour les travaux de maintenance et de remise en état pour lesquels des moyens sont utilisés ne disposant impérativement pas de cette propriété, ils ne peuvent être employés que lorsque des mesures appropriées ont été appliquées pour exclure la présence d'atmosphères explosives, par exemple en mesurant leur absence avec un appareil mobile de détection de la présence de gaz.

4.2.2.4 Installations électriques

Dans les zones dans lesquelles peuvent apparaître des atmosphères explosives on n'utilise normalement que des outils électriques ne produisant pas l'étincelles.

Pour les travaux de maintenance et de remise en état pour lesquels des moyens sont utilisés ne disposant impérativement pas de cette propriété, ils ne peuvent être employés que lorsque des mesures appropriées ont été appliquées pour exclure la présence d'atmosphères explosives, par exemple en mesurant leur absence avec un appareil mobile de détection de la présence de gaz.

4.2.2.5 Courants électriques égalisateurs, protection contre la corrosion cathodique

Sur l'ensemble de l'installation de méthanisation il n'est pas prévu d'installer un anticorrosif avec alimentation en courant parasite. Dans le voisinage proche des secteurs dans lesquels du biogaz et du biométhane sont stockés et transportés, les éléments conducteurs de l'installation, appartenant aux composants électriques ou les voisinant, sont protégés conformément la norme DIN EN 60079-14. Pour les travaux de maintenance et de remise en état, veillez à ce que cette protection ne soit pas interrompue.

4.2.2.6 Électricité statique

La charge électrostatique peut être évitée en raccordant la totalité des éléments métalliques sur un potentiel et ensemble à la terre. Les conduites de gaz dans lesquelles sont transportés de mélanges gazeux explosifs sont composées de matériaux à conductance.

4.2.2.7 Foudre

Dans le cadre de l'évaluation des dangers menaçant l'installation de traitement du biogaz, il faut tenir compte d'une protection contre la foudre.

Il faut dans ce cas que l'analyse des risques corresponde au moins aux normes courantes (soit dans ce cas : DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2)).

En ce qui concerne la protection contre la foudre on distingue entre la protection interne et la protection externe. La protection extérieure par paratonnerre doit attirer l'énergie de la foudre

Document de protection antidéflagrante

de l'endroit où elle devait tomber sur terre et la distribuer dans la terre sans que des dommages thermiques ou mécaniques ne puissent apparaître.

La protection intérieure contre la foudre doit protéger les installations en métal et électriques des effets de l'énergie de l'éclair.

Les mesures de protection intérieures contre la foudre sont, par exemple, le circuit de mise à la terre et la protection contre les surtensions des installations électriques.

La protection intérieure contre la foudre peut être nécessaire individuellement ou en complément de la protection extérieure contre la foudre. En ce qui concerne l'évaluation de la mesure parafoudre à prendre, il faut définir les caractéristiques environnementales, les caractéristiques concernant le bâtiment, la probabilité et les facteurs de réduction de même que les facteurs de dommage.

L'exploitant de l'unité d'épuration de biogaz se charge d'élaborer une évaluation des risques en tenant compte de la norme DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2). On aménagera donc une installation parafoudre en fonction des résultats de cette évaluation.

Il est recommandé à l'exploitant et aux tierces personnes de **ne pas** se tenir en plein air pendant un orage. Les conteneurs de l'installation ou l'intérieur des véhicules offrent une bonne protection.

4.2.2.8 Champs électromagnétiques

Dans le voisinage proche des secteurs dans lesquels le biogaz et le biométhane sont produits et transportés, en mode d'exploitation normal, ne sont utilisés que des composants électriques autorisés incapables de produire des champs électromagnétiques. L'utilisation de téléphones cellulaires et d'appareils de transmission est interdite dans les zones menacées d'explosion.

4.2.2.9 Rayonnement électromagnétique

Sur l'installation il n'y a pas de dispositif susceptible de provoquer une ignition par absorption de résonance.

4.2.2.10 Rayonnement ionisant

Il n'y a pas de dispositif dans l'installation produisant un rayonnement ionisant à l'intérieur des zones.

4.2.2.11 Ultrason

Le débitmètre relevant le débit à l'admission est un débitmètre à ultrasons. La puissance ultrasonique est toutefois suffisamment réduite pour ne pas produire d'étincelles. Le débitmètre est conçu et homologué pour une mise en œuvre en atmosphère explosive.

4.2.2.12 Compression adiabatique

Le compresseur à vis utilisé est refroidi à l'huile et sa température est surveillée. En cas de dépassement de la valeur limite autorisée le compresseur principal est coupé en toute sécurité. Après sa compression, le biogaz brut est de nouveau refroidi dans un échangeur de chaleur à faisceau tubulaire.

Pour la procédure de démarrage et lorsque la charge minimale est insuffisante, il est prévu un recyclage de gaz (Cf. schéma fonctionnel). Une vanne de dérivation s'ouvre lorsque le compresseur atteint son régime minimal. Le gaz est recyclé vers l'admission de l'installation en amont du refroidisseur d'admission afin d'éviter une surchauffe du système du gaz.

4.2.2.13 Réactions chimiques

Sur l'installation de méthanisation, le charbon actif utilisé peut, dans certaines conditions (par exemple en présence d'un excès d'humidité), tendre à s'auto-chauffer. Les conditions critiques ne sont pas prévisibles au cours d'une exploitation normale mais dans le cas d'un remplacement, d'un remplissage ou d'un stockage du charbon actif (par exemple si on dépose l'emballage dans une flaque d'eau). Lors de la désulfuration par RBGE, il est possible d'atteindre des températures élevées suites à des réactions exothermiques, que l'on peut prévenir en cours de régénération en refroidissant l'air de régénération et en pulvérisant de l'eau et en étant interceptées lors de l'opération de désulfuration par la seule pulvérisation d'eau.

4.3 Définition des zones explosives

Les secteurs menacés d'explosion sont subdivisés en zones en fonction de la fréquence et de la durée d'apparition d'atmosphères explosives. La directive ATEX 1999/92/CE édicte les définitions suivantes :

Zone 0 est un secteur dans lequel l'atmosphère dangereuse explosive sous forme de mélange d'air et de gaz inflammables, vapeurs ou brouillards, existe en permanence, pendant des périodes prolongées ou souvent.

Remarque : Le qualificatif „fréquent“ doit être considéré comme „presque tout le temps“.

Document de protection antidéflagrante

Zone 1 est un secteur dans lequel **en mode normal** apparaît quelquefois une atmosphère explosive sous forme de mélange constitué d'air et de gaz inflammables, vapeurs ou brouillards.

Remarque : Sous mode normal on entend l'état dans lequel les installations sont utilisées dans le cadre de leur conception.

Zone 2 est un secteur où, **en mode normal**, une atmosphère explosive dangereuse n'apparaît pas normalement ou rarement et brièvement sous forme de mélange d'air et de gaz inflammables, vapeurs ou brouillards.

Remarque : Sous mode normal on entend l'état dans lequel les installations sont utilisées dans le cadre de leur conception.

Zones de sécurité soit écarts minimaux, par exemple par rapport à des bâtiments ou de voies de circulation. Il s'agit de secteurs dans lesquels s'appliquent des exigences de sécurité définies (par exemple, interdiction de fumer). Les zones de sécurité n'incluent pas obligatoirement des zones explosives.

5 Concept de protection contre les explosions de l'UEBM

Les paragraphes ci-après détaillent et expliquent les mesures de prévention des risques. Le zonage correspondant est établi et consigné dans le plan de zone Ex. Le plan de zone Ex est un document annexe de ce paragraphe.

5.1 Conduites de gaz

Premièrement, quelques considérations générales sur le système de canalisations doivent être faites et appliquées à l'ensemble de l'UEBM. Ainsi, l'ensemble du système de canalisations, y compris la robinetterie, l'unité de transport de gaz, le charbon actif, le compresseur principal, l'unité de nettoyage amont du gaz et les modules à membrane, est constitué de raccords étanches et de tuyaux remplis intégralement de biogaz, de biométhane, de dioxyde de carbone et / ou de condensat.

L'étanchéité des raccords est assurée par un test de pression puis en cours de fonctionnement par des contrôles d'étanchéité à l'aide d'agents moussants ou d'un détecteur de méthane. Les contrôles réguliers sont consignés dans le plan de maintenance et documentés par les plans correspondants.

Les conduites de biogaz et la conduite de recyclat fonctionnent avec une légère surpression, pour prévenir la formation d'une atmosphère explosive en fonctionnement normal. Une surveillance appuyée des canalisations et de la zone en amont des souffleries est également assurée. Si la pression préliminaire de l'unité en amont de l'UEBM est insuffisante, une dépression peut s'établir en amont du suralimenteur. Ce scénario s'applique également à l'opération de démarrage, dans la mesure où le système global à inertie doit d'abord être amené à un état stationnaire.

La prise d'air est donc enregistrée par une mesure d'oxygène. Le point de mesure est situé devant le ventilateur de pression préliminaire, à l'emplacement de la pression potentiellement la plus basse. Si la concentration limite est dépassée (3% en volume d'O₂, correspondant à 20% de la LES), le suralimenteur et le compresseur principal sont arrêtés. Afin d'empêcher l'entrée du mélange contenant de l'O₂ dans les parties aval de l'installation, les volets en aval du suralimenteur et le volet d'entrée dans l'UEBM sont fermés. Le mélange est bloqué dans cette zone et peut être vidangé manuellement par la soufflerie.

Une soupape de sécurité, qui décharge dans l'atmosphère par le biais d'une soufflerie, prévient toute surpression en aval du suralimenteur. Il en va de même pour le compresseur principal, conçu également pour se délester via une soupape de sécurité mécanique.

Sur la base des considérations précédentes, il s'ensuit que la surveillance de la teneur en O₂ prévient la formation d'une atmosphère explosive à l'intérieur de la canalisation de l'UEBM,

Document de protection antidéflagrante

proscrivant totalement la présence d'une zone Ex. Grâce à l'étanchéité technique des raccordements, aucune zone Ex ne peut se former à l'extérieur non plus. Le dispositif de surveillance de la pression prévient toute surpression non admissible et ainsi l'éclatement des conduites. Les souffleries sont calculées conformément à la DVGW G442 et s'entourent de la classique zone Ex cylindrique.

Les zones Ex sont définies comme suit :

Zones Ex :

à l'intérieur des tuyaux	pas de zone Ex
à l'extérieur des tuyaux	pas de zone Ex
Soufflerie	Zone Ex 2 cylindrique

Les mesures suivantes sont mises en œuvre pour prévenir tout danger :

- Essais d'étanchéité à l'implantation
- Choix approprié du matériau sur les tuyaux en acier inoxydable
- Résistance à la compression des tuyaux min. PN16
- Inspections régulières avec inspections visuelles et contrôles réguliers avec des agents moussants
- Mesure de la teneur en oxygène dans le gaz de procédé
- Surveillance de la dépression en amont du suralimenteur

Les paragraphes ci-après détaillent les états de fonctionnements et les mesures de protection contre les explosions ainsi que les zones explosives.

5.1.1 Inertage du système de canalisations

Outre le fonctionnement normal, d'autres états doivent être pris en compte. Pour la première mise en service et avant et après les travaux de maintenance sur le système de canalisations, les conduites de gaz doivent être soumises à un inertage complet. Diverses souffleries, avec soupape de sécurité et/ou électrovanne à commande manuelle et à ressort, sur le trajet du gaz, sont utilisées pour réaliser l'inertage (voir le logigramme) :

- En aval des volets d'entrée (vanne manuelle à boisseau sphérique)
- Respectivement après les charbons actifs (vanne manuelle à boisseau sphérique)
- En aval du suralimenteur (vanne à boisseau sphérique)

- En aval du compresseur principal (soupape de sécurité)
- En sortie de l'installation (vanne manuelle à boisseau sphérique)
- Soufflerie de gaz de mesure (sans blocage)

Préliminaire

Document de protection antidéflagrante

Les zones Ex sont définies comme suit :

Zones Ex :

Ouvertures d'inertage Zone Ex 2 cylindrique

Les mesures suivantes sont mises en œuvre pour prévenir tout danger :

- Surveillance de l'inertage par des appareils de mesure manuels
- Pour travailler sur les conduites ouvertes, utiliser des outils anti-étincelles et commencer par un inertage des conduites.

5.1.2 Travaux de maintenance et de réparation

Lors des travaux de maintenance et de réparation sur les tuyauteries, par ex. pour la maintenance du compresseur, des gaz peuvent s'échapper. La probabilité de formation d'une atmosphère explosive avec risque d'allumage est réelle et doit être considérée comme élevée. Du personnel est généralement impliqué dans les opérations de maintenance, les conséquences d'un allumage seraient donc fatales.

Les mesures suivantes sont mises en œuvre pour prévenir tout danger :

- Prévoir au préalable l'inertage et le mesurage libératoire des conduites sur lesquelles une maintenance est prévue. Il est également essentiel de prévoir une surveillance pendant les travaux
- Pour travailler sur les conduites ouvertes, utiliser des outils anti-étincelles
- Les utilisateurs électriques doivent être mis hors tension

5.1.3 Dysfonctionnements

En cas de dysfonctionnement, des gaz peuvent s'échapper de l'installation, favorisant la formation d'une atmosphère explosive. La probabilité d'une telle situation est faible.

Les mesures suivantes sont mises en œuvre pour prévenir tout danger :

- Couper les consommateurs électriques avant d'intervenir sur l'installation

5.2 Systèmes de chauffage et de refroidissement

L'UEBM est dotée de multiples échangeurs de chaleur tubulaires qui servent à refroidir ou chauffer divers flux de matériaux. Le gaz s'écoule à travers les tuyaux, tandis que le fluide de chauffage ou de refroidissement circule de l'autre côté de l'enveloppe des tuyaux. Fuites, corrosion ou surcharge thermique peuvent provoquer des dommages (rupture de tuyau, perforation) entre le tuyau et son enveloppe. Voilà comment le gaz risque de passer de l'autre

côté de l'enveloppe et de pénétrer dans le circuit du fluide de chauffage ou de refroidissement.

Pour prévenir ce risque de pénétration du gaz, l'enveloppe des échangeurs de chaleur est soumise à une surveillance via un dispositif de sécurité à coupure de pression. Lorsqu'une pression non admissible est détectée, les vannes pneum. (à fermeture par ressort) des circuit d'alimentation et de retour sont fermées par mesure de sécurité. Cette fermeture des vannes empêchent le gaz de pénétrer dans l'ensemble du circuit de chauffage et de refroidissement. Le système de canalisations, entre les échangeurs de chaleur jusqu'à la première vanne d'arrêt incluse, dans le circuit d'alimentation et de retour de chaque appareil, est intégré dans le circuit MOP du stockage du gaz. En cas de fuite dans la zone, ce système permet de maintenir une pression admissible et empêche la pénétration du gaz dans les zones non compatibles.

Le dispositif de surveillance sécurisée de la pression permet de définir les zones Ex dans le système de chauffage et de refroidissement comme suit :

Zones Ex :

à l'intérieur des tuyaux	pas de zone Ex
à l'extérieur des tuyaux	pas de zone Ex

Les mesures suivantes sont mises en œuvre pour prévenir tout danger :

- Surveillance sécurisée de la pression

5.3 Désulfuration

Avant d'être traité via les membranes, le biogaz est nettoyé par un passage dans les filtres à charbon actif. Le filtre et ses raccords doivent être soumis à une maintenance et des contrôles réguliers pour s'assurer de leur étanchéité. Le changement des charbons actifs doit être réalisé par une entreprise spécialisée, seule apte à maîtriser les risques inhérents et les gestes requis, en adoptant les mesures de sécurité prescrites par les consignes d'utilisation des cuves.

Les zones Ex pour le fonctionnement sont définies comme suit :

Document de protection antidéflagrante

Zones Ex :

à l'intérieur des cuves pas de zone Ex

à l'extérieur des cuves pas de zone Ex

Les mesures suivantes sont mises en œuvre pour prévenir tout danger :

- Essais d'étanchéité à l'implantation
- Inspections régulières avec inspections visuelles et contrôles réguliers avec des agents moussants
- Résistance à la pression des cuves suivant la pression MOP
- Mise en œuvre de brides de raccordement étanches

5.3.1 Travaux de maintenance et de réparation

Lors des travaux de maintenance et de réparation sur les filtres à charbon actif, des gaz peuvent s'échapper. La formation d'une atmosphère explosive est possible. Les interventions étant effectuées par des professionnels, la probabilité que cela arrive reste faible. Par ailleurs, l'installation doit être soumise à un mesurage libératoire. Une source d'inflammation sous forme de charges et de décharges électrostatiques, de feu ou de chaleur n'existe pas si la maintenance/l'échange est effectué-e correctement. Les conséquences d'une inflammation sont élevées car, en règle générale, il y a des personnes à cet endroit. On ne peut pas non plus exclure la formation d'une atmosphère explosive à forte teneur en poussières. Il est donc impératif de définir une zone spécifique pour les travaux de maintenance et de réparation.

Les mesures suivantes sont mises en œuvre pour prévenir tout danger :

- Prévoir au préalable l'inertage et le mesurage libératoire des conduites sur lesquelles une maintenance/réparation est prévue. Il est également essentiel de prévoir une surveillance pendant les travaux
- Pour travailler sur les conduites ouvertes, utiliser des outils anti-étincelles
- Les utilisateurs électriques doivent être mis hors tension

Zones Ex :

à l'intérieur des cuves Zone Ex 2 (poussières)

à l'extérieur des cuves Zone Ex 2 (poussières)

5.4 Puits à condensat

Le condensat généré (GWT, W180, A160) est accumulé dans la cuve à condensat. Le système de condensat étant en liaison directe avec les conduites de gaz, une fuite de gaz ne peut pas être exclue. Pour exclure toute fuite de gaz, tous les points de collecte en amont (situés avant la cuve de condensat) sont soumis à une surveillance du niveau de remplissage minimal. Tant que l'état minimum respectif à chaque point est assuré, toute fuite de gaz est exclue. Lorsque le niveau passe sous le niveau minimal requis, une vanne de sortie, située au point concerné, se ferme par mesure de sécurité, pour prévenir toute fuite de gaz.

Il s'ensuit :

Zones Ex :

Cuve de condensat pas de zone Ex

Conduites de condensat vers la cuve de condensat pas de zone Ex

Les mesures suivantes sont mises en œuvre pour prévenir tout danger :

- Dispositif de sécurité pour la surveillance de la cuve de récupération du condensat

5.5 Compresseur principal

Le compresseur principal est enclos dans un encastrement, dans la zone extérieure. Ce local est pourvu d'une ventilation technique, assurant une aération suffisante. Le fabricant préconise une zone 2 pour l'implantation de ce local. Les composants sont adaptés à cet effet. En cas de mise hors énergie de l'installation, le compresseur est stoppé. Le gaz ne peut plus circuler.

Pour prévenir une surpression non admissible (au niveau des composants aval, à MOP 16 barg), le compresseur principal est sécurisé par une soupape de sécurité, à la pression de réglage $p_s = 16 \text{ bar(g)}$. En cas de dysfonctionnement, cette soupape déleste la surpression dans l'atmosphère. Le fabricant du compresseur a également prévu des vannes de sécurité internes, empêchant également l'établissement d'une surpression.

Pour prévenir toute dépression en amont du compresseur principal, le compresseur est doté d'un dispositif interne de coupure en cas de dépression, bloquant le fonctionnement du compresseur.

Sur la base des considérations précédentes, les zones Ex sont définies comme suit :

Zones Ex :

A l'intérieur du local	Zone Ex 2
Soufflerie	Zone Ex 2 cylindrique

Les mesures suivantes sont mises en œuvre pour prévenir tout danger :

- Essais d'étanchéité à l'implantation
- Inspections régulières avec inspections visuelles et contrôles réguliers avec des agents moussants
- Protection mécanique contre la surpression
- Protection contre la dépression et protection contre la surpression au niveau logiciel (selon la documentation du fabricant)

5.6 Local membranes

Le local membranes se trouve dans le container, avec test de l'étanchéité de ses tuyauteries à l'intérieur du local. Le local membranes est doté en outre d'un système de surveillance de l'air ambiant LEI et d'une ventilation active croisée, prévenant ou limitant la formation d'une atmosphère explosive. Lorsque la surveillance de la LEI atteint 20 % de la LEI, la ventilation

passé en pleine puissance. Si la concentration continue d'augmenter, pour atteindre 40 % de la LEI, l'interrupteur général coupe le circuit, mettant ainsi l'ensemble des composants de l'installation hors tension pour qu'ils reviennent en position de repos. Le gaz ne peut plus circuler. Les composants sur lesquels l'interrupteur général n'a pas d'impact (tels que la ventilation, l'éclairage de secours) sont adaptés à une utilisation dans les parties explosives de zone 2.

Lorsqu'une surpression non admissible s'établit en sortie d'unité, une soupape de sécurité additionnelle opère un délestage dans l'atmosphère.

Sur la base des mesures précédentes, il s'ensuit :

Zones Ex :

A l'intérieur du local	pas de zone Ex
Soufflerie	Zone Ex 2 cylindrique

Les mesures suivantes sont mises en œuvre pour prévenir tout danger :

- Essais d'étanchéité à l'implantation
- Inspections régulières avec inspections visuelles et contrôles réguliers avec des agents moussants
- Protections mécaniques contre la surpression
- Surveillance de la LEI avec ventilation active et coupure de sécurité
- Sécurité pression côté logiciel

5.6.1 Gaz d'étalonnage

Pour étalonner les appareils d'analyse à intervalles réguliers, le système utilise des gaz d'étalonnage au sein du local membranes. Les bouteilles de gaz d'étalonnage doivent être sécurisées contre tout risque de chute. Le changement de bouteille doit en outre être effectué par un personnel formé à cet effet. Il convient de noter que les raccords desserrés pour effectuer l'échange doivent être soumis à un test d'étanchéité avec des agents moussants tout de suite après (remontage des raccords).

A noter : Le remplacement des bouteilles de gaz d'étalonnage doit être réalisé par une société externe mandatée à cet effet. Lors du premier remplacement, une analyse des risques doit être établie.

Document de protection antidéflagrante

5.7 Local électrique

Le local électrique, situé à l'intérieur du container, est isolé des autres locaux du container par le biais d'un passage étanche aux gaz. A noter que le local électrique contient les appareils d'analyse de gaz. Selon le fabricant, la consommation de gaz des appareils est d'environ 20 l /h. Le local électrique, doté d'une aération naturelle, couvre une surface totale d'environ 9,5 m². La surface de ventilation sur la porte fait 0,75 m x 0,2 m. Si l'on se base sur une section de ventilation libre de 60 %, il en résulte une surface de ventilation libre de 0,09 m². Rapportée à la surface de base, la surface nette de ventilation est de 0,95 %. Dans le cas de la seule ventilation naturelle, on considère un taux de renouvellement d'air de 0,8-1 1/h. Le local électrique est également doté d'une ventilation forcée assurée par un ventilateur. Le ventilateur a un volume de brassage de ~1510 m³/h, ce qui donne, pour une hauteur de 3 m, un taux de renouvellement d'air de 50 1/h. Les taux de renouvellement d'air sont les indicateurs d'une ventilation suffisante, permettant de laisser le local électrique hors zone Ex.

Outre la ventilation du local, les appareils de mesure sont alimentés en pression préliminaire d'env. 20 mbarg, avec le limiteur de pression aux points de prélèvement situé dans le local membranes. En conséquence, seul un faible volume de gaz, à faible pression, réussit à traverser les fixations par bague de serrage vers les appareils de mesure situés dans le local électrique. Les fixations par bague de serrage doivent être considérées comme étanches et être soumises à des contrôles réguliers. Une protection additionnelle est assurée par le biais de dispositifs de sécurité par coupure de pression, situés en amont des appareils d'analyse.

Sur la base des considérations précédentes, les zones sont définies comme suit :

Zones Ex :

A l'intérieur du local pas de zone Ex

Les mesures suivantes sont mises en œuvre pour prévenir tout danger :

- Essais d'étanchéité à l'implantation
- Inspections régulières avec inspections visuelles et contrôles réguliers avec des agents moussants
- Dispositifs de sécurité par coupure de pression en cas de surpressions non admissibles

6 Conclusion

La technique de sécurité mise en œuvre et les mesures de protection organisationnelles garantissent qu'un danger des collaborateurs et de tiers est réduit au minimum dans les secteurs menacés par les explosions.

Néanmoins, en rapport avec la sécurité des personnes et des machines, il subsiste le « risque » comme une combinaison de la probabilité d'occurrence d'un défaut et de la gravité (conséquence) de la blessure que cela pourrait occasionner, les dommages à la santé ou des dommages dans une situation donnée. Les principales mesures d'évaluation et de sécurité des risques sont présentées dans le présent rapport.

En tenant compte des mesures de protection contre les dangers citées dans ce document et en respectant les principes légaux on peut partir du principe de la sécurité d'exploitation d'une unité d'épuration de biogaz est garantie.

L'exploitant de l'installation de méthanisation établit la validité du document en y apposant sa signature.

Le document de protection contre les explosions doit être mis à jour **par l'exploitant de l'installation de méthanisation** lorsque des modifications, des extensions ou les transformations des aires de travail, des moyens ou des procédures de travail ont été modifiés.

Ce document ne doit en aucun cas être résumé ni copié. Publication et copie uniquement avec l'autorisation écrite du rédacteur conformément à la propriété intellectuelle.

....., le.....

Lieu, date

Exploitant :

.....

Nom :

.....

Signature

Annexe A : Documents associés

- Fiche d'information du biogaz concernant la sécurité
- Fiche d'information du méthane concernant la sécurité
- Fiche d'information du THT concernant la sécurité
- Plan des zones menacées d'explosion
- Plan du site et schéma d'implantation
- Schéma fonctionnel UEB

Préliminaire