

Unité de méthanisation

Dossier de demande d'autorisation unique

Département de l'Aisne – Commune d'Athies-sous-Laon –
Lieu-dit "Les Minimes"

Société A.M. – ATHIES METHANISATION

3 ruelle du Puits Bas – 02340 Soize

Etude de dangers



Dossier établi avec le concours du bureau d'études



📍 L'Isle - 81210 - ROQUECOURBE
☎ 05.63.75.88.92 📠 05.63.75.60.56
contact@lartifex.fr

SOMMAIRE

Etude de dangers 6

PREAMBULE 7

- I. Glossaire 7
- II. Cadre réglementaire..... 8
- III. Principe de l'étude de dangers..... 9

PARTIE 1 : CARACTERISATION DES DANGERS ET DES ENJEUX 11

- I. Description des activités et des dangers 12
 - 1. Les activités à risque 12
 - 2. Caractéristiques des intrants et produits 14
 - 3. Potentiels de dangers liés aux équipements..... 18
 - 4. Potentiels de dangers liés aux conditions opératoires..... 19
 - 5. Potentiels de dangers liés au manque d'utilités..... 19
- II. Détermination des éléments vulnérables du site et de son environnement..... 21
 - 1. Milieu physique 21
 - 2. Milieux naturels 21
 - 3. Milieu humain 21
- III. Inventaire des causes d'exposition au danger 22
 - 1. Causes internes..... 22
 - 2. Agressors externes potentiels 22
- IV. Accidentologie et retour d'expériences..... 29
 - 1. Inventaire des accidents de la base de données ARIA..... 29
 - 2. Retour d'expérience sur des installations similaires (INERIS) 32
 - 3. Analyse des accidents recensés 33
 - 4. Conclusions et limites 34
- V. Réduction des potentiels de dangers..... 35
 - 1. Analyse des potentiels de dangers..... 35
 - 2. Mesures de réduction des potentiels de dangers 35

PARTIE 2 : ANALYSE DES RISQUES 38

- I. Analyse préliminaire des risques..... 39
 - 1. Description des phénomènes dangereux..... 39
 - 2. Tableau d'analyse des risques..... 49
 - 3. Synthèse des scénarios d'accident..... 57
- II. Méthodologies et seuils d'effets réglementaires 58
 - 1. Cotation en probabilité et gravité 58
 - 2. Principes de modélisations 59
 - 3. Seuils d'effets réglementaires utilisés pour la modélisation des zones d'effets 59
- III. Etude du risque Explosion..... 62
 - 1. Description..... 62
 - 2. Modélisation du scénario n°1 « Explosion VCE dans les digesteurs et post-digesteurs en fonctionnement à vide » 62
 - 3. Modélisation du scénario n°2 « Explosion VCE dans le local chaudière »..... 66
 - 4. Modélisation du scénario n°3 « Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification »..... 70
 - 5. Modélisation du scénario n°4 « Explosion VCE du poste d'injection de biométhane »..... 74
 - 6. Modélisation du scénario n°5 « Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres »..... 76
 - 7. Modélisation du scénario n°6 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »..... 80

8. Modélisation du scénario n°7 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane »	86
9. Modélisation du scénario n°8 « Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère » ...	93
IV. Etude du risque Incendie	98
1. Description	98
2. Modélisation du scénario n°9 « Incendie du stockage de matières végétales »	98
3. Modélisation du scénario n°10 « Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »	101
4. Modélisation du scénario n°11 « Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane »	105
V. Etude du risque de dégagements toxiques	108
1. Description	108
1. Modélisation du scénario n°12 « Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres »	108
2. Modélisation du scénario n°13 « Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »	113
3. Modélisation du scénario n°14 « Dégagement toxique suite à un dysfonctionnement de la torchère »	117
VI. Etude du risque de déversement de matières	120
1. Description	120
2. Etude qualitative du scénario n°15 « Déversement de matières suite à la ruine des digesteurs/post-digester »	120
3. Cotation en probabilité	120
4. Cotation en gravité	120
5. Classement du scénario n°15	120
VII. Synthèse des évènements majeurs	121
PARTIE 3 : MAITRISE DES RISQUES	122
I. Prévention et maîtrise des risques élevés	123
1. Barrières préventives spécifiques	123
2. Révision de la cotation	124
II. Prévention et maîtrise des risques intermédiaires	125
1. Etude du scénario n°1 « Explosion VCE dans les digesteurs et post-digester en fonctionnement à vide »	125
2. Etude du scénario n°2 « Explosion VCE dans le local chaudière »	127
3. Etude du scénario n°5 « Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres »	128
4. Etude du scénario n°12 « Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres »	129
III. Prévention et maîtrise des risques moindre	132
1. Organes de sécurité par équipements	132
2. Détails sur les canalisations aériennes	133
3. Détails sur l'unité de purification	134
4. Révision de la cotation	136
IV. Prévention des effets dominos	137
1. Effets dominos liés à l'incendie du parc de poids lourds de la société voisine Transports Papin ..	137
2. Effets dominos sur l'entrepôt des Transports Papin et sur la voie ferrée	138
3. Effets dominos au sein des équipements du site de méthanisation	138
V. Mesures de protection	139
1. Accessibilité au site pour les secours	139
2. Moyens de secours internes	139
3. Consignes de sécurité et protection des secours	142
4. Procédures d'alerte	144
VI. Synthèse de la maîtrise des risques et matrice d'acceptabilité	145
1. Classement des scénarios après révision de la cotation	145
2. Acceptabilité des risques	146
3. Synthèse des effets de surpression, thermique et toxique	147
PARTIE 4 : CONCLUSION DE L'ETUDE DE DANGERS	152

PARTIE 5 : BIBLIOGRAPHIE ET AUTEURS	154
I. Références bibliographiques	154
II. Réglementation	154
III. Auteurs de l'étude de dangers	154

Annexes 155

Figures

Figure 1 : Effets thermiques de l'incendie du parc de poids lourds	27
Figure 2 : Effets de surpression pour le scénario n°1 « Explosion VCE dans les digesteurs ou le post-digesteur ».....	64
Figure 3 : Effets de surpression pour le scénario n°2 « Explosion VCE dans le local chaudière ».....	68
Figure 4 : Effets de surpression pour le scénario n°3 « Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification »	72
Figure 5 : Effets de surpression pour le scénario n°4 « Explosion VCE dans le poste d'injection »	75
Figure 6 : Effets de surpression pour le scénario n°5 « Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres »	78
Figure 7 : Effets de surpression pour le scénario n°6 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »	83
Figure 8 : Effets thermiques pour le scénario n°6 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »	85
Figure 9 : Effets de surpression pour le scénario n°7 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane ».....	89
Figure 10 : Effets thermiques pour le scénario n°7 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane ».....	91
Figure 11 : Effets de surpression pour le scénario n°8 « Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère »	95
Figure 12 : Effets thermiques pour le scénario n°9 « Incendie du stockage de matières végétales »	99
Figure 13 : Effets thermiques pour le scénario n°10 « Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz ».....	103
Figure 14 : Effets thermiques pour le scénario n°11 « Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane »	106
Figure 15 : Effets toxiques pour le scénario n°12 « Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres »	111
Figure 16 : Effets toxiques pour le scénario n°13 « Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »	115
Figure 17 : Synthèse des effets de surpression	149
Figure 18 : Synthèse des effets thermiques	150
Figure 19 : Synthèse des effets toxiques	151

Illustration

Illustration 1 : Logigramme du processus suivi pour réaliser l'étude de dangers.....	10
Illustration 2 : Synoptique de principe des activités du projet	13
Illustration 3 : Modélisation des flux thermiques de l'incendie du stockage de sucre	23
Illustration 4 : Modélisation des flux thermiques de l'incendie du stockage d'oignons séchés.....	24
Illustration 5 : Zones d'effets autour des Transports Papin	25
Illustration 6 : Distance d'effets thermiques de l'incendie d'un poids lourd	26
Illustration 7 : Distance d'effets thermiques de l'incendie du parc de poids lourds	26
Illustration 8 : Localisation des zones ATEX sur le conteneur de l'unité de purification	43
Illustration 9 : Localisation des zones ATEX sur le poste d'injection du biométhane.....	44
Illustration 10 : Distance d'effets du scénario n°1 « Explosion VCE dans les digesteurs ou le post-digesteur » pour une cible au niveau du sol.....	63
Illustration 11 : Distance d'effets du scénario n°2 « Explosion VCE dans le local chaudière » pour une cible au niveau du sol.....	67
Illustration 12 : Distance d'effets du scénario n°3 « Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification » pour une cible au niveau du sol	71
Illustration 13 : Distance d'effets du scénario n°4 « Explosion VCE du poste d'injection de biométhane » pour une cible au niveau du sol	74
Illustration 14 : Distance d'effets du scénario n°5 « Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres » pour une cible au niveau du sol	77
Illustration 15 : Distance d'effets thermiques du scénario n°5 « Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres ».....	79

Illustration 16 : Distance d'effets du scénario n°6 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine sur une canalisation extérieure de biogaz » pour une cible au niveau du sol	82
Illustration 17 : Distance d'effets thermiques du scénario n°6 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »	84
Illustration 18 : Distance d'effets du scénario n°7 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine sur une canalisation extérieure de biométhane » pour une cible au niveau du sol.....	88
Illustration 19 : Distance d'effets thermiques du scénario n°7 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane ».....	90
Illustration 20 : Distance d'effets du scénario n°8 « Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère » pour une cible au niveau du sol	94
Illustration 21 : Distance d'effets thermiques du scénario n°8 « Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère ».....	96
Illustration 22 : Distance d'effets thermiques du scénario n°9 « Incendie du stockage de matières végétales »	98
Illustration 23 : Distance d'effets thermiques du scénario n°10 « Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »	101
Illustration 24 : Distance d'effets thermiques du scénario n°11 « Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane ».....	105
Illustration 25 : Distance d'effets du scénario n°12 « Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres » pour une cible au niveau du sol	110
Illustration 26 : Distance d'effets du scénario n°13 « Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz » pour une cible au niveau du sol	114
Illustration 27 : Distance d'effets du scénario n°14 « Dégagement toxique suite à un dysfonctionnement de la torchère » pour une cible au niveau du sol.....	118
Illustration 28 : Mesures de prévention de la rupture guillotine sur les canalisations de biométhane aériennes.....	123
Illustration 29 : Schéma de principe de la bande libre de 20 m entre les poids lourds et le site de méthanisation.....	137
Illustration 30 : Moyens de lutte contre l'incendie.....	143



ETUDE DE DANGERS

PREAMBULE

I. GLOSSAIRE

La circulaire du 10/05/10, récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003, donne dans sa partie 3 un glossaire des risques technologiques d'où est tirée une partie des définitions ci-dessous.

Aléa	C'est la probabilité qu'un phénomène accidentel produise en un point donné des effets d'une gravité potentielle donnée, au cours d'une période déterminée. L'aléa est donc l'expression, pour un type d'accident donné, du couple probabilité d'occurrence/gravité potentielle des effets. L'exposition au risque d'une zone donnée résulte de la combinaison de l'aléa dans cette zone avec la vulnérabilité de la zone.
Accident	Evènement non désiré qui entraîne des conséquences / des dommages sur les cibles.
Barrière de sécurité/ mesure de sécurité / mesure de maîtrise des risques	Il s'agit de l'ensemble des éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité.
Danger	Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance (ammoniac, H ₂ S...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz,...), à une disposition (élévation d'une charge), à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un " élément vulnérable ".
Effets dominos	Action d'un phénomène dangereux affectant une ou plusieurs installations d'un établissement qui pourrait déclencher un autre phénomène sur une installation ou un établissement voisin, conduisant à une aggravation générale des effets du premier phénomène.
Evènement initiateur	Courant ou anormal, interne ou externe qui constitue une cause directe d'un phénomène dangereux.
Gravité des conséquences	La gravité résulte de la combinaison, en un point de l'espace, de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des personnes potentiellement exposées à ces effets.
Phénomène dangereux	Libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles d'infliger un dommage à des cibles (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une " Source potentielle de dommages ".
Potentiel de danger ou source de danger ou éléments dangereux	Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) " danger(s) " ; dans le domaine des risques technologiques, un " potentiel de danger " correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.
Risque	Possibilité de survenance d'un dommage résultant d'une exposition à un phénomène dangereux. Dans le contexte propre au « risque technologique », le risque est, pour un accident donné, la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un évènement redouté/final considéré (incident ou accident) et la gravité de ses conséquences sur des éléments vulnérables.
Vulnérabilité	Elle est soit liée à l'environnement naturel (vulnérabilité naturelle ou VN), soit aux installations (vulnérabilité matérielle ou VM) soit à la population avoisinante (vulnérabilité humaine ou VH). Il s'agit de l'appréciation de la sensibilité des cibles présentes dans la zone à un type d'effet donné. Par exemple, des zones d'habitat sont plus sensibles à un aléa d'explosion que des zones de terres agricoles, en raison de la présence de constructions et de personnes.

A ces termes spécifiques à l'étude de dangers s'ajoutent des termes propres à l'activité de méthanisation qui sont définis ci-après.

Anoxie	Interruption de l'apport d'oxygène aux organes et aux tissus de l'organisme.
ATEX – Atmosphère Explosive	Mélange avec l'air dans les conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières, dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé.
Capteur de mesure avec asservissement	Dispositif mesurant une grandeur (pression, température...) et dont le dépassement de valeurs prédéfinies engendre automatiquement des actions sur des éléments de l'installation (contrôle des débits d'entrées par exemple).
Cogénération	La cogénération consiste à produire, à partir du biogaz, de l'électricité et de la chaleur. Le module de cogénération est constitué d'un moteur qui entraîne un générateur de courant électrique appelé alternateur. La chaleur est prélevée sur le système de refroidissement du bloc-moteur et des fumées.
Digesteur / Méthaniseur	Cuve où se déroule la réaction de méthanisation.
Electrovanne	Vanne commandée électriquement.
EPI – Equipements de Protection Individuelle	Ce sont des équipements destinés à protéger les personnes des risques auxquelles elles sont exposées. Il s'agit des chaussures de sécurité, des lunettes, des masques de protection respiratoire, les bouchons d'oreille...
Event d'explosion	Structure d'une partie d'un bâtiment ou d'une installation qui sera préférentiellement soufflée lors d'une explosion, permettant de canaliser les effets de l'explosion.
Inertage à l'azote	Procédure qui consiste à remplacer l'atmosphère explosive présente dans le digesteur par un gaz inerte (l'azote) pour éviter une explosion.
LIE – Limite Inférieure d'Explosivité	Valeur en dessous de laquelle la concentration en combustible dans un mélange gazeux est trop faible pour permettre l'explosion.
LES – Limite supérieure d'explosivité	Valeur en dessus de laquelle la concentration en comburant est trop faible pour permettre l'explosion.
Pressostat	Dispositif de mesure de pression qui détecte le dépassement d'une valeur prédéfinie.
SELS – Seuil des Effets Létaux significatifs	Concentration, pour une durée d'exposition donnée, au dessus de laquelle on peut observer des premiers effets létaux significatifs au sein de la population exposée.
SPEL - Seuil des Premiers Effets Létaux	Concentration, pour une durée d'exposition donnée, au dessus de laquelle on peut observer des premiers effets létaux au sein de la population exposée.
SEI - Seuil d'Effets Irréversibles	Concentration, pour une durée d'exposition donnée, au dessus de laquelle on peut observer des effets irréversibles au sein de la population exposée.
Soupape de sécurité	Dispositif de protection contre les surpressions ou dépressions dans un espace clos.
UVCE – Explosion à l'air libre	Explosion d'un mélange gazeux à l'air libre.
VCE – Explosion en espace confiné	Explosion d'un mélange gazeux dans un espace fermé.

II. CADRE REGLEMENTAIRE

En application de l'arrêté du 29 septembre 2005, les règles minimales relatives à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets des phénomènes dangereux et de la gravité potentielle des accidents susceptibles de découler de leur exploitation et d'affecter les intérêts visés par l'article L. 511-1 du code de l'environnement, doivent être présentées dans le cadre de l'étude de dangers.

Cette étude de dangers doit toutefois respecter le **principe de proportionnalité** en fonction des caractéristiques de l'installation concernée. Dans le cas présent, l'installation de méthanisation de la société A.M. - ATHIES METHANISATION génèrera des risques limités au regard d'autres installations relevant de la réglementation des ICPE et soumises à autorisation avec servitudes (employant des produits chimiques, toxiques en grande quantité, mettant en œuvre des procédés très complexes et étant situées en zone urbaine...). Cette partie de l'étude est donc adaptée au contexte de l'ouvrage étudié.

III. PRINCIPE DE L'ETUDE DE DANGERS

L'objectif d'une étude de dangers est de **démontrer la bonne maîtrise des risques à la source par l'exploitant**. Ainsi, elle a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par l'exploitant pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques d'une installation ou d'un groupe d'installations, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

L'étude de dangers est fondée sur les principes de gestion des risques. Elle suit un **processus itératif dont le cœur est l'analyse des risques**. Il s'agit de réduire les risques à un niveau jugé acceptable (niveau ALAP : As Low As Reasonably Practicable), le risque est alors dit maîtrisé.

La présente étude de dangers pour le projet de méthanisation de la société A.M. - ATHIES METHANISATION a suivi la démarche présentée dans le logigramme en page suivante dont les principales étapes sont détaillées ci-dessous.

- **ETAPE 1 : Caractérisation des dangers et des enjeux**

La première étape consiste à décrire l'installation (les activités concernées, les procédés et les substances présentes) ainsi que son environnement (humain, industriel, naturel), afin de mettre en évidence les situations potentiellement dangereuses. L'analyse du retour d'expérience et des accidents et incidents répertoriés complète utilement ce travail en mettant en lumière les accidents survenus de façon récurrente ou en apportant parfois des données pertinentes sur la défaillance ou le bon fonctionnement sur sollicitation des barrières de sécurité.

- **ETAPE 2 : L'analyse de risques**

Au centre de l'étude de dangers, l'analyse des risques se décompose en deux grandes étapes : l'analyse préliminaire des risques et l'étude détaillée des risques.

L'analyse préliminaire des risques permet d'identifier des phénomènes dangereux susceptibles de se produire suite à l'occurrence d'événements non désirés, eux-mêmes résultant de la combinaison de dysfonctionnements, dérives ou agressions extérieures sur le système.

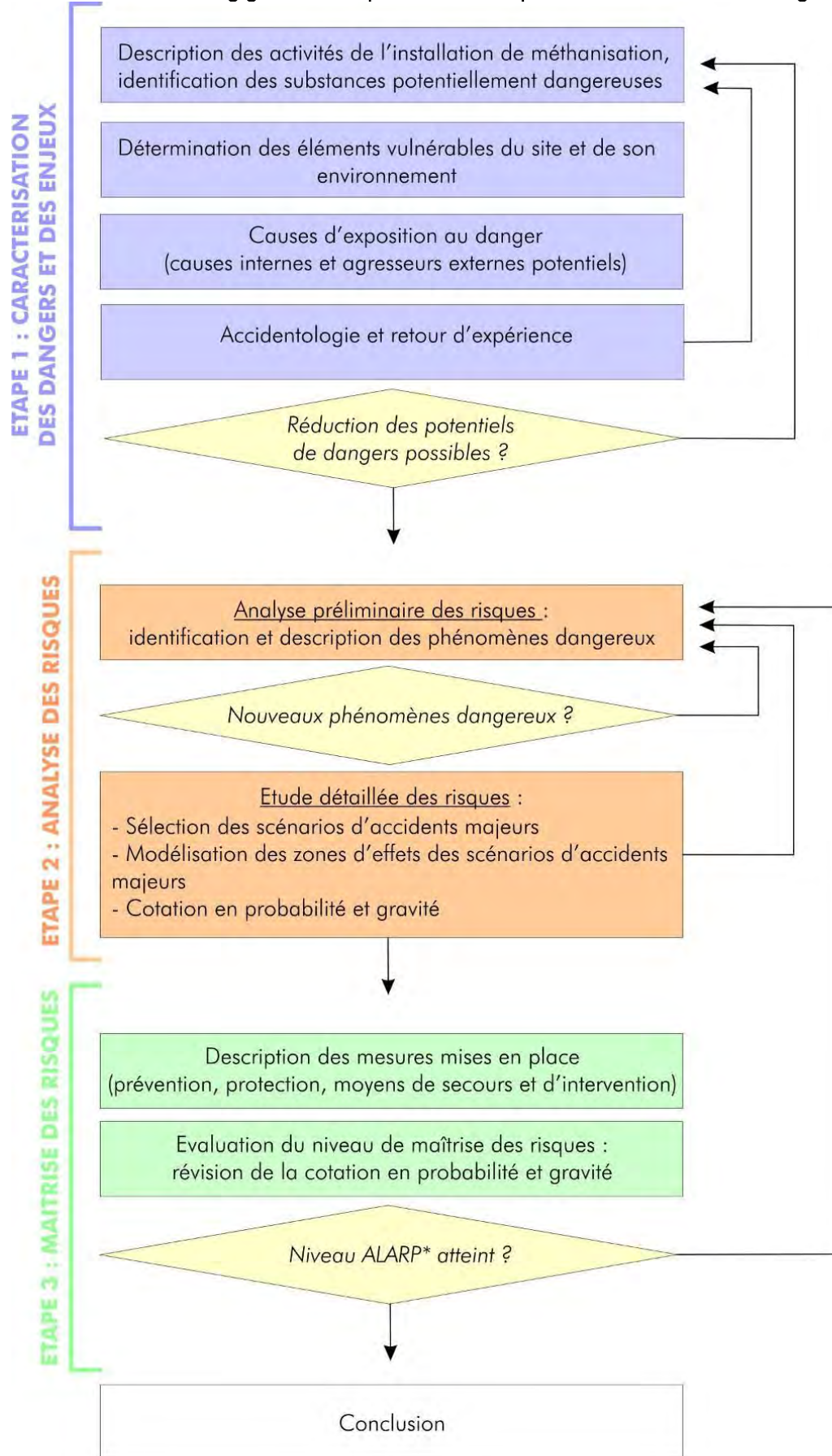
Issus de ces phénomènes dangereux, des scénarios d'accidents sont définis. Une modélisation des zones d'effets est réalisée pour les scénarios majeurs. Un classement en probabilité et en gravité permet d'identifier les scénarios d'accident critiques.

- **ETAPE 3 : Maîtrise des risques**

L'ensemble des mesures de prévention, protection et les moyens de secours et d'intervention sont détaillés. Ces barrières de sécurité sont ensuite prises en compte à travers la révision de la cotation en probabilité et gravité des scénarios d'accidents. Le niveau de maîtrise des risques est alors apprécié.

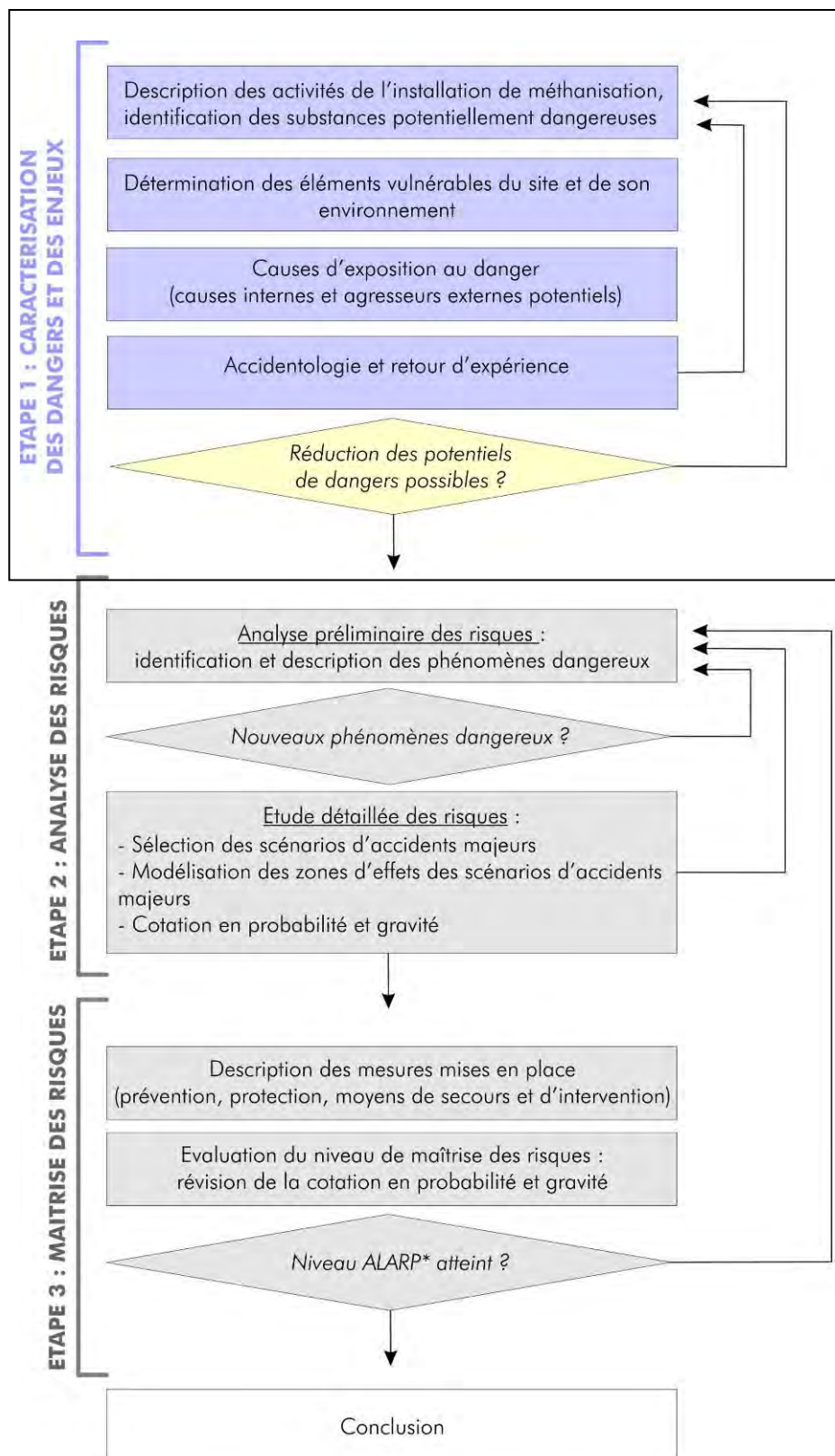
Remarque : pour une meilleure compréhension, le logigramme suivant sera repris en début de chaque partie et les objectifs spécifiques du chapitre seront rappelés.

Illustration 1 : Logigramme du processus suivi pour réaliser l'étude de dangers



*Niveau ALARP (As Low As Reasonably Practicable) = niveau de risque aussi bas que raisonnablement réalisable

PARTIE 1 : CARACTERISATION DES DANGERS ET DES ENJEUX



Objectifs :

- × Identifier les potentiels de dangers liés aux activités de l'unité de méthanisation et aux substances présentes (substrats, digestat, biogaz).
- × Analyser le milieu humain, industriel et naturel du site pour évaluer les enjeux.
- × Connaître les causes internes et externes pouvant être à l'origine d'une exposition au danger.
- × Etudier le retour d'expérience et l'accidentologie propre aux installations de méthanisation.

*Niveau ALARP (As Low As Reasonably Practicable) = niveau de risque aussi bas que raisonnablement réalisable

I. DESCRIPTION DES ACTIVITES ET DES DANGERS

1. Les activités à risque

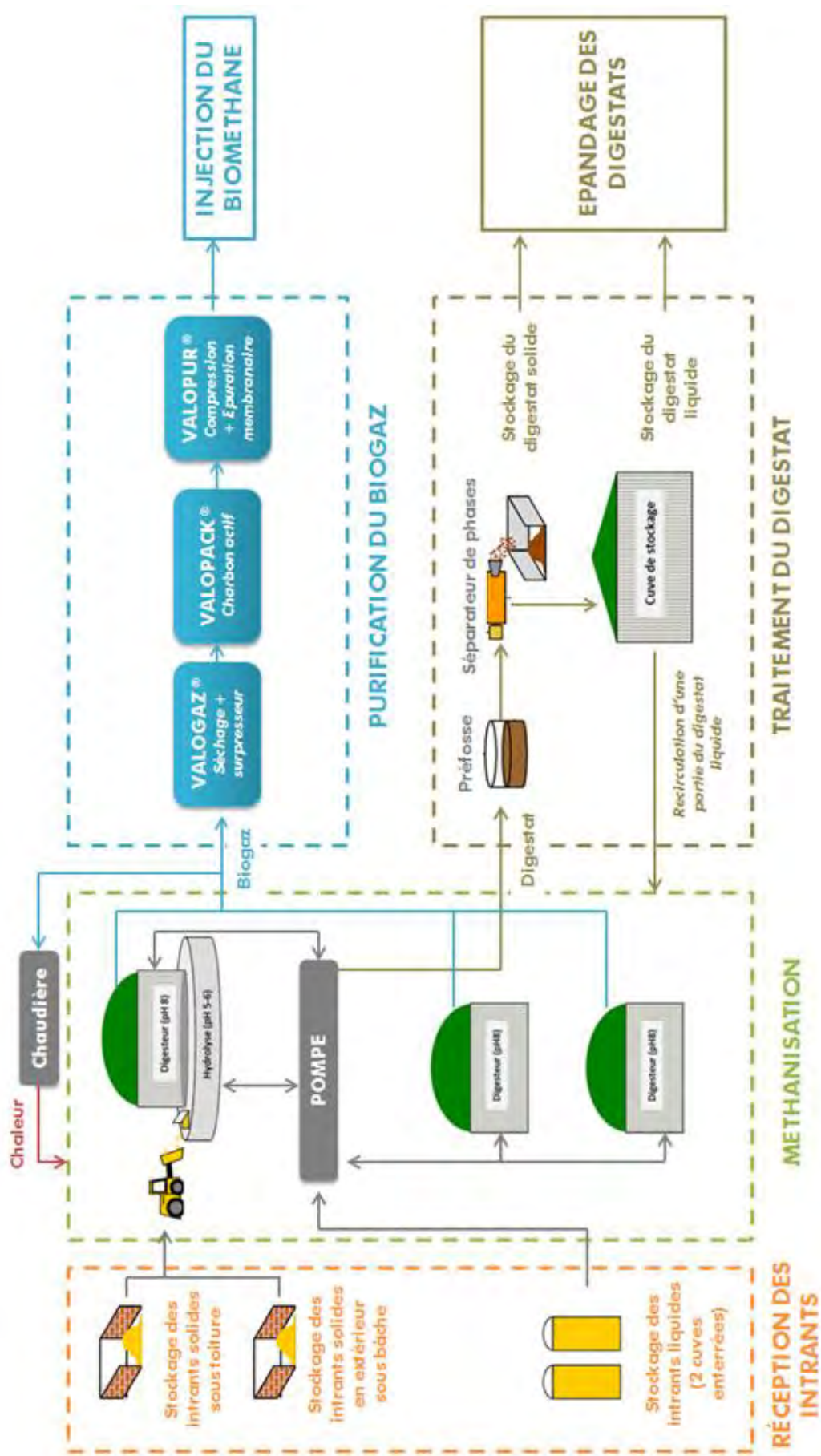
L'unité de méthanisation agricole et territoriale de la société A.M. - ATHIES METHANISATION est décrite dans le chapitre « Lettre de demande d'autorisation unique ».

Pour rappel, les activités sont synthétisés dans le synoptique en page suivante.

Plusieurs activités peuvent être des sources de dangers :

- le **stockage d'intrants végétaux** présente un risque d'incendie ;
- la **manipulation des intrants** présente un risque d'épandage accidentel et donc de déversement de matières dans le milieu naturel ;
- le **procédé de méthanisation** (digesteurs / post-digester, canalisations de biogaz) présente un risque d'explosion, de feu torche, de fuite de biogaz, de déversement de matières dans le milieu naturel, de dégagement toxique d'hydrogène sulfuré ;
- les **équipements de combustion** (chaudière au biogaz, torchère) présentent un risque d'incendie et d'explosion ;
- la **purification du biogaz en biométhane** présente un risque d'explosion, de feu torche, de fuite de biogaz ou biométhane et de dégagement toxique d'hydrogène sulfuré
- le **traitement du digestat** présente un risque de déversement de matières dans le milieu naturel.

Illustration 2 : Synoptique de principe des activités du projet
(Source : L'ARTIFEX)



2. Caractéristiques des intrants et produits

2.1. Potentiel de dangers des intrants de méthanisation

Les substrats de la méthanisation sont des matières végétales (issues de céréales, cannes de maïs, carottes...), des eaux de lavages, de l'huile végétale de friture...

La matière végétale peut être inflammable, principalement lorsque son taux d'humidité est faible. C'est le cas pour les issues de céréales, la menue paille... Il existe donc un risque d'incendie. Les matières végétales peuvent générer des poussières qui, en suspension dans l'air peuvent sous certaines conditions (confinement entre autre) conduire à une explosion. Elles seront stockées dans des silos couloirs. Cette configuration réduit de manière significativement le risque d'explosion de poussière en l'absence de confinement. Dans ce cas de figure, le risque d'explosion de poussière est inexistant.

Les substrats de la méthanisation sont des matières organiques qui représentent un risque de pollution par apport en grande quantité d'éléments nutritionnels provoquant l'eutrophisation des cours d'eau.

Les substrats de méthanisation représentent donc un risque d'incendie et de pollution accidentelle en éléments nutritifs.

Les substrats de méthanisation sont des matières fermentescibles. Par conséquent, lorsqu'elles sont stockées dans un espace fermé ou en tas pendant de longues durées, il existe un risque de fermentation non contrôlé. Cette fermentation peut donner lieu à la formation d'hydrogène sulfuré et de biogaz.

Les substrats de méthanisation représentent donc un risque de dégagement toxique.

2.2. Potentiel de dangers du digestat

La composition précise du digestat est fortement variable en fonction des intrants et des conditions de fermentation. Elle est donc différente d'une installation à une autre et varie au cours de l'année en fonction des approvisionnements.

Le digestat est constitué de bactéries excédentaires, de matières organiques non dégradées et de matières minéralisées. Il a conservé les principaux éléments nutritifs présents dans les substrats (N, P, K) ce qui en fait un amendement de qualité.

L'apport d'une trop grande quantité d'azote dans le milieu naturel va entraîner une perturbation du cycle de l'azote et par conséquent une nuisance dans les eaux. L'azote va participer à l'eutrophisation des cours d'eau.

Le digestat représente un danger de pollution accidentelle à l'azote.

2.3. Potentiel de dangers du biogaz et du biométhane

2.3.1. Composition du biogaz

La composition du biogaz varie fortement en fonction des déchets traités, de l'installation et de la période de l'année. Globalement, les composants sont (INERIS, 2008) :

- Majoritairement : le **méthane** (CH_4) entre 50 et 75%, le **dioxyde de carbone** (CO_2) entre 25 et 45%, le **sulfure d'hydrogène** (H_2S) à environ 2% ;
- A l'état de trace : l'ammoniac (NH_3), l'azote (N_2), l'hydrogène (H_2), le monoxyde de carbone (CO), l'oxygène (O_2), les composés organiques volatiles (COV) et de l'eau ;
- D'autres composés peuvent être présents en quantité infime : composés chlorés, composés aromatiques, aldéhydes...

Le biogaz produit par l'unité de méthanisation d'A.M. – ATHIES METHANISATION subit un pré-traitement (ajout d'hydroxyde de fer dans l'anneau d'hydrolyse) pour réduire la teneur en hydrogène sulfuré (200 ppm) et éliminer l'eau avant l'unité de purification. Sa composition en entrée de l'unité de purification est donnée dans le tableau suivant.

			Valeur			Unité	Remarques
			Mini	Nominal	Maxi		
Paramètres physiques							
Débit de biogaz <u>sec</u>			250	450	500	Nm³/h	
Température biogaz			10	30	30	°C	
Pression du gaz			0	0	5	mbar	
		Composition moyenne du biogaz					
CH ₄ – concentration			55	60	65	% vol.	Sur sec
CO ₂ – concentration			35	39,5	45	% vol.	
O ₂ – concentration			0	0,1	0,1	% vol.	
N ₂ – concentration			0	0,4	0,4	% vol.	
H ₂ O – concentration max.			1	4,1	5,4	% vol.	
H ₂ S– concentration							
Moyenne			0	50	200	ppm	
COV – Concentration			0	150	200	mg/m³	
NH3 – Concentration max			0	10	20	mg/m³	

2.3.2. Composition du biométhane

Conformément aux spécifications de GRDF pour l'injection, le biométhane doit être de **type B**. Le biométhane produit par l'unité doit avoir les spécifications données dans le tableau suivant.

Caractéristiques	Spécifications préconisées
Pouvoir Calorifique Supérieur (conditions de combustion 0 °C et 1,01325 bar)	Gaz de type B : 9,5 à 10,5 kWh/m ³ (n) (combustion 25°C : 10,67 à 12,77)
Indice de Wobbe (conditions de combustion 0 °C et 1,01325 bar)	Gaz de type B : 12,01 à 13,06 kWh/m ³ (n) (combustion 25°C : 13,6 à 15,66)
Densité	Comprise entre 0,555 et 0,70
Point de rosée eau	Inférieur à -5°C à la Pression Maximale de Service du réseau en aval du Raccordement
Point de rosée hydrocarbures	Inférieur à -2°C de 1 à 70 bar
Teneur en soufre total	Inférieure à 30 mgS/m ³ (n)
Teneur en soufre mercaptique	Inférieure à 6 mgS/m ³ (n)
Teneur en soufre de H ₂ S + COS	Inférieure à 5 mgS/m ³ (n)
Teneur en CO ₂	Inférieure à 2,5 % (molaire) (demande de dérogation)
Teneur en Tétrahydrothiophène (produit odorisant THT)	Comprise entre 15 et 40 mg/m ³ (n)
Teneur en O ₂	< 0,75% vol. (demande de dérogation)
Impuretés	Gaz pouvant être transporté, stocké et commercialisé sans subir de traitement supplémentaire
Hg	Inférieur à 1 µg/m ³ (n)
Cl	Inférieur à 1 mg/m ³ (n)
F	Inférieur à 10 mg/m ³ (n)
H ₂	Inférieur à 6 %
NH ₃	Inférieur à 3 mg/m ³ (n)
CO	Inférieur à 2 %

La qualité du biométhane est analysée au niveau de l'unité de purification et au niveau du poste d'injection.

L'unité VALOPUR® intègre une **analyse de gaz en continu** sur les paramètres H_2S , CH_4 , CO_2 , O_2 , N_2 pour s'assurer de la conformité avec GRDF. GRDF contrôle également la qualité du gaz par une **analyse en continu** dont l'information est récupérée par l'exploitant. Les dérives éventuelles entre l'analyse de l'unité VALOPUR® et celle de GRDF sont surveillées.

GRDF réalise des analyses laboratoires régulières. L'exploitant réalise également une ou deux analyses biogaz avant et après prétraitement dans les premiers mois d'exploitation.

Dans le cas où le biométhane produit ne serait pas conforme aux spécifications précédentes, une **canalisation retour** depuis le poste d'injection vers l'unité est mise en place. Le biométhane est mélangé aux gaz de purge et renvoyé soit vers la torchère soit vers le digesteur.

2.3.3. Caractéristiques d'explosivité

Le biogaz contient une forte proportion de gaz combustible (CH_4) et de gaz inerte (CO_2). Les autres composants du biogaz sont en trop faible quantité pour avoir une influence sur les caractéristiques d'explosivité du biogaz. Le biogaz est donc considéré comme un mélange de CO_2 et de CH_4 .

Les limites inférieures d'explosivité (LIE) et les limites supérieures d'explosivité (LSE) du biogaz ou du biométhane sont données dans le tableau ci-dessous en fonction de la composition en CH_4 - CO_2 (INERIS, 2008) :

Composition CH_4 - CO_2 (%v/%v)	LIE (%v/v CH_4)	LSE (%v/v CH_4)
100 – 0	5	15
60 – 40	5,1	12,4
55 – 45	5,1	11,9
50 – 50	5,3	11,4

Il apparaît que la présence du CO_2 tend donc à diminuer la réactivité du méthane. La vapeur d'eau jouera aussi un rôle de gaz inerte et aura donc un effet sur la réactivité du biogaz.

Etant donné l'absence de données précises sur la composition du biogaz, il n'est pas possible de déterminer l'énergie minimale d'inflammation et la température d'auto-inflammation du biogaz. Pour avoir un ordre d'idée, le méthane a une énergie minimale d'inflammation de 280 μJ et une température d'auto-inflammation de 535°C.

Le biogaz et le biométhane contient du CH_4 et représente donc un danger en termes d'explosion et d'incendie.

2.3.4. Caractéristiques de toxicité : l'hydrogène sulfuré (H_2S)

L'hydrogène sulfuré est un gaz incolore plus lourd que l'air (densité de 1,19). Il a donc tendance à s'accumuler dans les parties basses d'espaces non ventilés. Il fait parti des gaz courants les plus toxiques.

L'intoxication à l'hydrogène sulfuré est fonction de la concentration et de la durée d'exposition :

- Dès 100 ppm (142 mg/m^3) les symptômes observés sont : une irritation des muqueuse oculaires et respiratoires pouvant aller jusqu'à l'œdème cornéen (sensation de brûlure, rhinite, dyspnée, perte de connaissance brève...), des troubles du système nerveux (céphalées, fatigue, insomnie, troubles de la mémoire...) et des troubles digestifs (nausée, anorexie, douleurs abdominales...).
- Dès 500 ppm (710 mg/m^3), les symptômes précédents deviennent constants et sévères avec coma, troubles du rythme cardiaque, perte rapide de connaissance...
- Pour de fortes concentrations de l'ordre de 1 000 ppm (1 420 mg/m^3), la mort survient en quelques minutes. Si une réanimation est réalisée pendant la phase d'apnée, l'apparition d'un œdème pulmonaire est fréquente. Une amnésie rétrograde avec diminution des facultés intellectuelles est aussi possible.

Ce composé fortement toxique n'est pas réglementé en air ambiant extérieur. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) émet des valeurs guides : **150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière et 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 30 minutes.** L'ORAMIP fixe un seuil arbitraire de **50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne quart horaire.**

L'INERIS a déterminé différents seuils en matière de toxicité accidentelle pour l' H_2S :

- **Seuil des Effets Létaux Significatifs (S.E.L.S) :** concentration, pour une durée d'exposition donnée, au dessus de laquelle on peut observer des premiers effets létaux significatif au sein de la population exposée.
- **Seuil des Premiers Effets Létaux (S.P.E.L.) :** concentration, pour une durée d'exposition donnée, au dessus de laquelle on peut observer des premiers effets létaux au sein de la population exposée.
- **Seuil d'Effets Irréversibles (S.E.I.) :** concentration, pour une durée d'exposition donnée, au dessus de laquelle on peut observer des effets irréversibles au sein de la population exposée.

Temps (min)	Seuil des Effets Létaux Significatifs		Seuil des Premiers Effets Létaux		Seuil d'Effets Irréversibles	
	mg/m^3	ppm	mg/m^3	ppm	mg/m^3	ppm
1	2 408	1 720	2 129	1 521	448	320
10	1 077	769	963	688	210	150
20	847	605	759	542	161	115
30	736	526	661	472	140	100
60	580	414	521	372	112	80

Le biogaz contient de l' H_2S et présente donc un danger d'intoxication par inhalation. La teneur très faible d' H_2S dans le biométhane ne représente pas un risque d'intoxication.

2.3.5. Caractéristiques d'anoxie

La diminution du taux d'oxygène suite à une augmentation du taux d'un autre composé présent ou non dans la composition de base de l'air entraîne le risque d'anoxie. A des concentrations inférieures à 19% d'oxygène dans l'air, des troubles sont décelables et en dessous de 17% d'oxygène, des troubles graves apparaissent.

Le biogaz et le biométhane contiennent en quantité suffisante du CH_4 et du CO_2 pour avoir un effet asphyxiant. Le dégagement d'une grande quantité de gaz inerte dans l'atmosphère entraîne la dilution de l'air et par conséquent la diminution de la concentration d'oxygène. Si la diminution est importante, il existe un risque d'anoxie.

Le biogaz et le biométhane contiennent des gaz inertes en grande quantité et présente donc un danger d'anoxie.

2.4. Potentiel de dangers des substances chimiques présentes

De l'huile de lubrification est utilisée pour le compresseur de l'unité de purification. Les risques liés à l'huile de lubrification sont dus à sa toxicité (irritation, nocif pour les organismes aquatique). L'huile n'est pas inflammable dans les conditions normales d'utilisation. Cependant comme toute huile, elle présente des caractères combustibles lorsqu'elle est portée à haute température, ce qui n'est pas le cas dans le cadre du projet.

L'huile du compresseur représente un risque de pollution en cas de déversement dans le milieu naturel.

Il n'y a pas d'utilisation d'autres substances chimiques. Il n'y a donc pas de risque d'incompatibilité.

2.5. Potentiel de dangers de l'hydroxyde de fer

De l'hydroxyde de fer est utilisé pour réduire la teneur en H_2S dans le biogaz. L'hydroxyde de fer est ajouté dans l'anneau d'hydrolyse avec les intrants. Il contient environ 40% de matières sèches.

La fiche de données sécurité est fournie en Annexe 2. C'est un produit non dangereux qui n'a pas de potentiel de dangers. La consommation sera de l'ordre de 100 tonnes par an et la quantité stockée maximale sera de 25 tonnes sur le site. Le stockage sera réalisé à l'abri des intempéries, sur une zone étanche.

L'hydroxyde de fer ne représente pas de dangers.

3. Potentiels de dangers liés aux équipements

Les équipements et les risques associés sont répertoriés dans le tableau suivant.

Equipements	Caractéristiques	Risques associés
Stockage des intrants	Liquides en cuves enterrées Solides sous bâche ou toiture sur zone étanche	Déversement dans le milieu naturel Perte de confinement des cuves Risque de fermentation non contrôlé (formation d'ATEX dans cuves et formation d' H_2S) Incendie
Anneau d'hydrolyse	Légère dépression par extraction d'air Cuve en béton avec ouvertures Chauffage à 30-34°C Agitation	Perte de confinement
Digesteurs et post-digester avec gazomètres	Pression gazomètre : 1 à 2 mbar Cuve en béton avec double membrane souple Chauffage à 38-42°C Agitation	Surpression ou dépression Formation d'ATEX et explosion Incendie (feu torche) Perte de confinement Fuite de biogaz (risque d'intoxication H_2S)
Système de pompage (citerne pression-vide)	Pression : -0,5 bar à 1,5 bar Cuve en acier inoxydable	Surpression ou dépression Perte de confinement
Séparation de phase du digestat	Stockage tampon Presse à vis	Perte de confinement
Stockage du digestat liquide	Cuve en béton couverte par une membrane simple Agitation	Surpression ou dépression Perte de confinement
Stockage du digestat solide	Aire bétonnée	Déversement dans le milieu naturel
VALOGAZ® : surpresseur et sécheur	Pression : 200 mbar Refroidissement à 5°C	Surpression Explosion (ATEX) Fuite de biogaz (risque d'intoxication H_2S) Incendie (feu torche)
VALOPACK® : traitement par charbon actif	2 cuves inox de charbon actif	Explosion (ATEX) Fuite de biogaz (risque d'intoxication H_2S) Incendie (feu torche)
VALOPUR® : épuration membranaire	Pression : 20 à 24 bar Modules de filtration Biogaz entre 5°C et 45°C	Surpression Explosion (ATEX) Fuite de biogaz (risque d'intoxication H_2S) Incendie (feu torche)
Chaudière biogaz	Chauffage fluide caloporteur à 80°C maximum	Explosion (ATEX) Fuite de biogaz (risque d'intoxication H_2S)
Torchère	Température supérieure à 500°C	Explosion (ATEX) Fuite de biogaz (risque d'intoxication H_2S)
Canalisations matières	Matières : PEHD Diamètre 200 mm	Fuite et déversement dans le milieu naturel

Equipements	Caractéristiques	Risques associés
Canalisations biogaz	Biogaz : PEHD ou acier inoxydable Diamètre 150 à 300 mm Pression : 1 à 2 mbar (4 mbar max)	Fuite de biogaz (risque d'intoxication H ₂ S) Incendie (feu torche)
Canalisations biométhane	Biométhane : acier Diamètre 100 à 150 mm Pression : 20 à 24 bar	Fuite de biométhane Incendie (feu torche)
Canalisations fluides caloporteur	Fluide refroidissement : acier inox Fluide chauffage : acier inox et PE	Fuite et déversement dans le milieu naturel
Equipements électriques	Continuité électrique et mise à la terre	Risque de source d'inflammation d'origine électrostatique
Voirie et parking	Engins, parking employés	Fuites d'hydrocarbures des véhicules Incendie de véhicule

Les équipements ayant un rôle de confinement de produits (matières, gaz) représentent un potentiel de dangers en cas de fuite. Selon les caractéristiques du produit rejeté, les phénomènes dangereux redoutés sont :

- l'explosion (ATEX),
- le dégagement toxique,
- le déversement dans le milieu naturel.

Les équipements dont le fonctionnement se fait sous pression représentent un potentiel de dangers en cas de dysfonctionnement. Le phénomène dangereux redouté est la surpression ou dépression.

Les équipements impliquant une température élevée ou une source de chaleur représentent un potentiel de dangers à cause de la présence d'une source d'inflammation. Les phénomènes dangereux redoutés sont :

- l'explosion (ATEX),
- l'incendie.

Les canalisations en PEHD sont utilisées à l'extérieur pour le transport du biogaz. Le PEHD a été choisi pour sa résistance à la corrosion, aux UV et aux chocs mécaniques. A l'intérieur du local chaudière, les canalisations seront en acier inoxydable.

4. Potentiels de dangers liés aux conditions opératoires

Les conditions de fonctionnement du site peuvent être à l'origine de potentiels de dangers.

Le stockage prolongé des intrants de méthanisation (matières fermentescibles) peut donner lieu à la mise en place de conditions anaérobies au sein du stockage et ainsi à un départ de fermentation non contrôlé. Du biogaz peut être produit, dont de l'hydrogène sulfuré. Le phénomène dangereux redouté est le dégagement toxique.

La manipulation des matières (dépotage, empotage, transfert de la matière solide entre les stockages la trémie d'alimentation) implique le transfert de matière par un opérateur. L'épandage accidentel de matières en dehors des zones de rétention est donc possible. Le phénomène redouté est le déversement dans le milieu naturel.

5. Potentiels de dangers liés au manque d'utilités

En cours d'exploitation, la perte d'utilités (électricité, eau, télécommunication) est une source de danger puisqu'elle peut remettre en cause le bon fonctionnement des équipements.

5.1. Panne d'électricité

En cas de panne électrique, des **onduleurs électriques à batterie** assureront l'alimentation des systèmes d'affichage et de gestion des alarmes durant le temps de capacité tampon de stockage de gaz dans les digesteurs et le post-digester. Le système de contrôle de l'unité de purification sera aussi alimenté par des onduleurs afin de mettre l'unité en position de sécurité et stopper l'injection de biométhane si nécessaire.

Le réseau de distribution interne d'eau incendie reste disponible en cas de coupure électrique. Une perte d'alimentation en électricité ne perturbera donc pas une éventuelle intervention sur un incendie.

5.2. Perte de la télécommunication

La perte de télécommunication engendre la mise en sécurité des équipements et leur arrêt.

5.3. Panne de l'alimentation en eau

Les installations n'utilisent pas d'eau pour leur fonctionnement, excepté pour les sanitaires. Une coupure de l'alimentation en eau ne remet pas en cause le fonctionnement de l'unité. Les sanitaires seront indisponibles durant l'absence d'alimentation en eau.

II. DETERMINATION DES ELEMENTS VULNERABLES DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

Les thématiques suivantes sont développées dans le chapitre « Etude d'impact ». Nous rappelons ici les éléments clés à prendre en considération pour la détermination des cibles potentielles d'un accident.

1. Milieu physique

L'installation de méthanisation de la société AM – ATHIES METHANISATION est hors des périmètres de protection des captages d'alimentation en eau potable (AEP). La pollution de l'eau, utilisée pour l'alimentation en eau potable, est donc peu probable.

Au droit du site, 2 systèmes aquifères sont présents. La masse d'eau contenue dans l'aquifère le plus superficiel est à écoulement libre donc vulnérable aux pollutions de surface. Un risque de pollution est donc existant en cas de déversements accidentels en surface.

Il n'y a pas de cours d'eau à proximité directe du site.

2. Milieus naturels

Le site du projet ne représente pas de sensibilité particulière vis-à-vis de la flore et des habitats. Les milieux sont largement dominés par les grandes cultures (forte anthropisation).

Les zonages écologiques sont éloignés du site du projet de plus de 2 km et aucune connexion hydrographique n'est existante avec le site du projet pour les zonages écologiques réglementaires (site N2000...). Il existe néanmoins des connexions hydrographiques entre le site et les zonages écologiques d'inventaires (ZNIEFF...). Ces derniers peuvent donc être impactés en cas de rejets accidentel.

3. Milieu humain

Les personnes sont exposées aux effets directs d'un accident mais aussi aux effets indirects, après diffusion de la pollution dans des milieux vecteurs (air, eau, sol). L'humain est une cible potentielle sensible : les effets directs et indirects des accidents peuvent engendrer des atteintes graves à la santé des personnes.

L'installation de méthanisation s'implante dans une zone à vocation économique, la Zone Intercommunale Les Minimes. Elle n'est donc pas très urbanisée, seules deux habitations sont présentes dans un rayon de 300 m :

- une habitation de tiers à environ 140 m au Sud-Ouest ;
- une ferme à environ 250 m au Nord.

Le site est desservi par le Sud par la RD 977. La RN 2 passe à l'Ouest du site à environ 200 m.

Une voie ferrée passe en bordure Nord du site. Elle est principalement utilisée pour le transport de marchandises.

Bien que s'implantant dans un secteur où l'industrie est particulièrement développée (nombreuses zones d'activités et industrielles existante), l'installation de méthanisation n'est voisine que de deux industries :

- la société TRANSPORTS PAPIN à l'Ouest ;
- la société DESCOURS & CABAUD à l'Est.

III. INVENTAIRE DES CAUSES D'EXPOSITION AU DANGER

1. Causes internes

Les causes internes, pouvant déclencher des situations accidentelles, sont :

- l'erreur humaine,
- la défaillance du matériel,
- le défaut d'entretien (combinaison entre l'erreur humaine et la défaillance matérielle),
- la négligence (non préoccupation des systèmes de prévention mis en place, non mise en œuvre de bon sens).

2. Agresseurs externes potentiels

2.1. Les risques technologiques

2.1.1. Inventaire des sources

Le risque d'agression externe par un risque technologique prend en compte le probable effet domino sur le site d'un premier accident d'origine externe.

Le secteur de l'installation de méthanisation est concerné par les risques liés aux transports de matières dangereuses (incendie, explosion, pollution) à travers les axes suivants :

- RD 977 ;
- RN 2 ;
- RD 1044.

La RD 977 dessert le site de l'installation par le Sud. C'est la plus proche et donc celle représentant le risque le plus important pour l'installation. Elle est éloignée d'une cinquantaine de mètres des bordures du site et d'une centaine de mètres des équipements de l'installation. Il est peu probable que ce risque atteigne l'activité de méthanisation.

La voie ferrée longeant le site au Nord est utilisée pour le transport de personnes et de marchandises. La fréquentation de la voie est faible. Les infrastructures de l'unité de méthanisation (stockage de digestat) sont éloignées de plus de 40 m de la voie ferrée. Cette distance couplée à la faible fréquentation de la voie fait que la probabilité que le risque de transport de matières dangereuses par fret ferroviaire atteigne l'unité est très faible.

Le voisinage industriel de l'installation comprend l'activité de la société TRANSPORTS PAPIN (en bordure Ouest du site) et la société DESCOURS & CABAUD (environ 250 – 300 m à l'Est).

La société TRANSPORTS PAPIN est une industrie de transport soumise à autorisation en particulier pour le stockage de matières combustibles. Cette industrie représente donc un risque d'incendie.

La société DESCOURS & CABAUD est une société soumise à déclaration. Elle ne représente donc pas de risques particuliers pour l'unité de méthanisation.

L'aérodrome de Laon-Chambry se situe à environ 3 km au Nord-Ouest du site d'étude. Cependant, la Direction Générale de l'Aviation Civile met en évidence l'absence de servitudes relevant de la réglementation aéronautique civile. Par conséquent, il n'y a pas de risque particulier lié au transport aérien.

2.1.2. Cas de l'entreprise voisine TRANSPORTS PAPIN

A. Effets d'un incendie sur les bâtiments de stockage

L'étude de dangers réalisée dans le cadre du dossier d'autorisation ICPE de la société TRANSPORT PAPIN permet de mettre en évidence les risques de cette entreprise. Le risque d'incendie est le risque majeur sur ce site. Le

risque d'explosion n'est pas mentionné. Plusieurs scénarios ont été étudiés et les zones d'effets thermiques ont été modélisées.

Le tableau suivant synthétise les scénarios étudiés et le résultat des modélisations en tenant compte des mesures de prévention et de protection. Les zones d'effets sont représentées sur les illustrations suivantes.

Scénario	Définition	Z0	Z1	Z2	Probabilité	Cinétique
1	Incendie du bâtiment A	12,8	20,8	32,3	Rare	Lente
2	Incendie du bâtiment B	0	0	0		
3	Incendie d'une cellule de stockage de matières combustibles (extension)	17,8	27,3	39,3		
4	Incendie d'une cellule de stockage de matières combustibles (bâtiment D)	18	27,8	40,3		

Illustration 3 : Modélisation des flux thermiques de l'incendie du stockage de sucre

(Source : Etude de dangers du dossier d'autorisation des TRANSPORTS PAPIN)

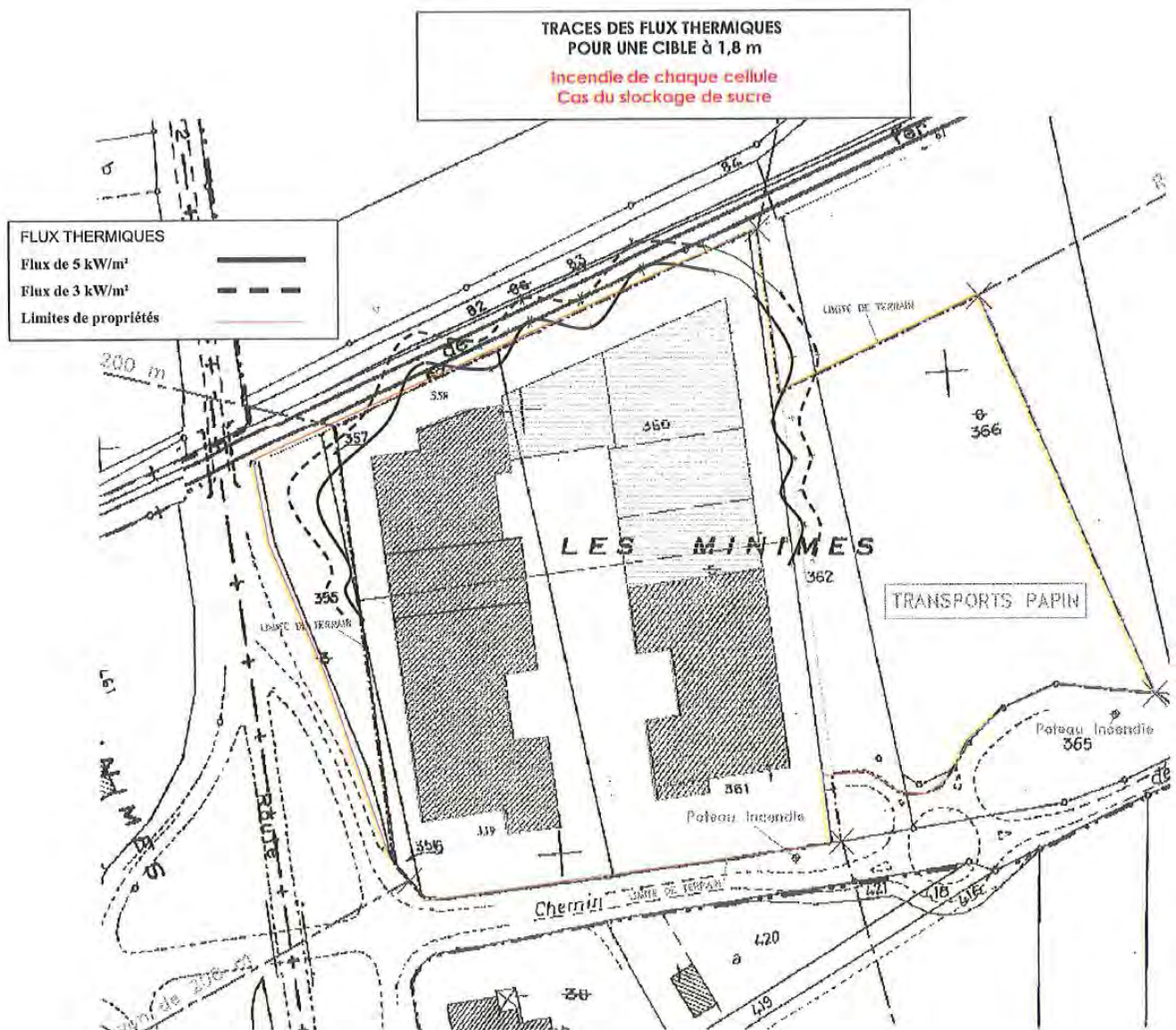
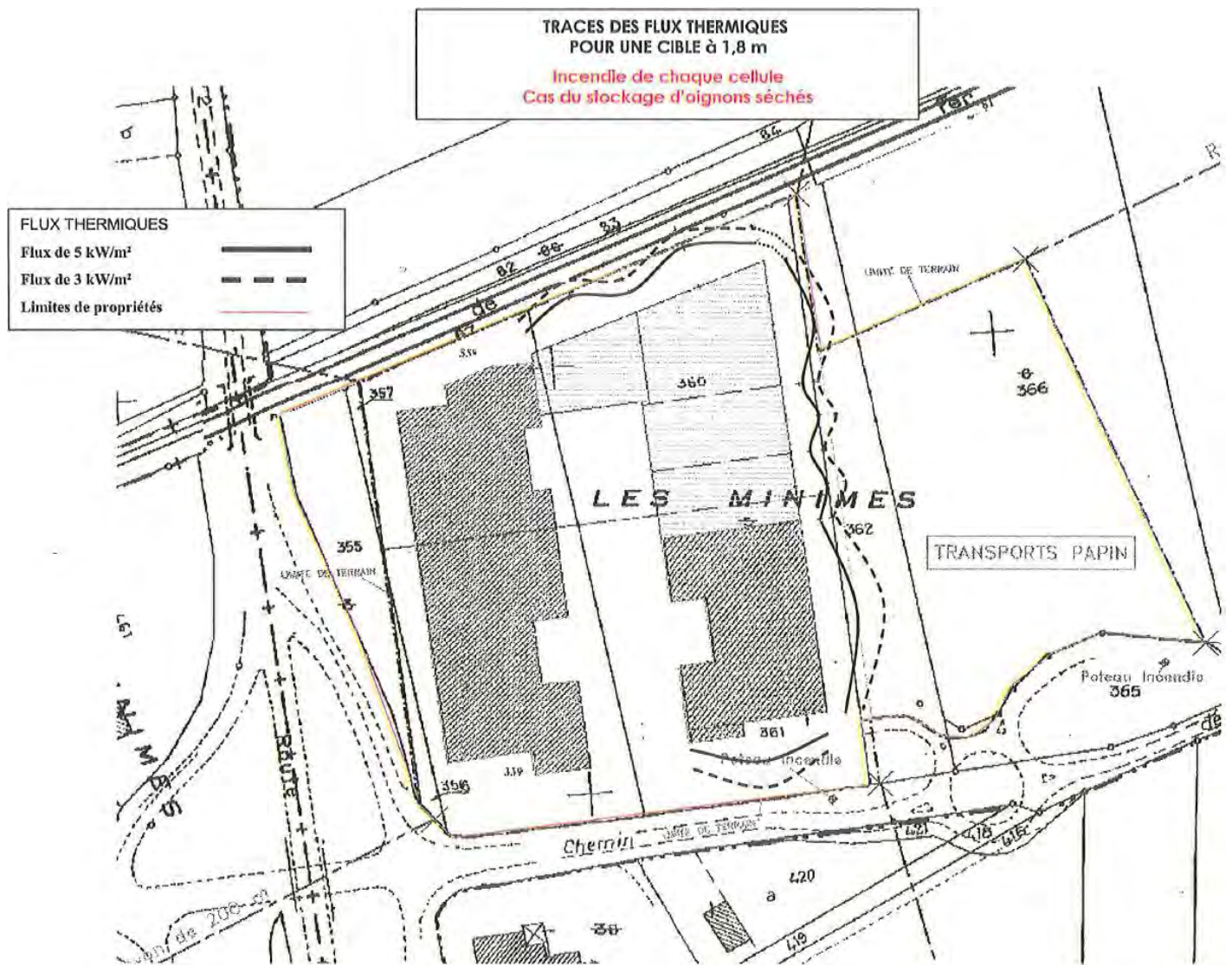


Illustration 4 : Modélisation des flux thermiques de l'incendie du stockage d'oignons séchés

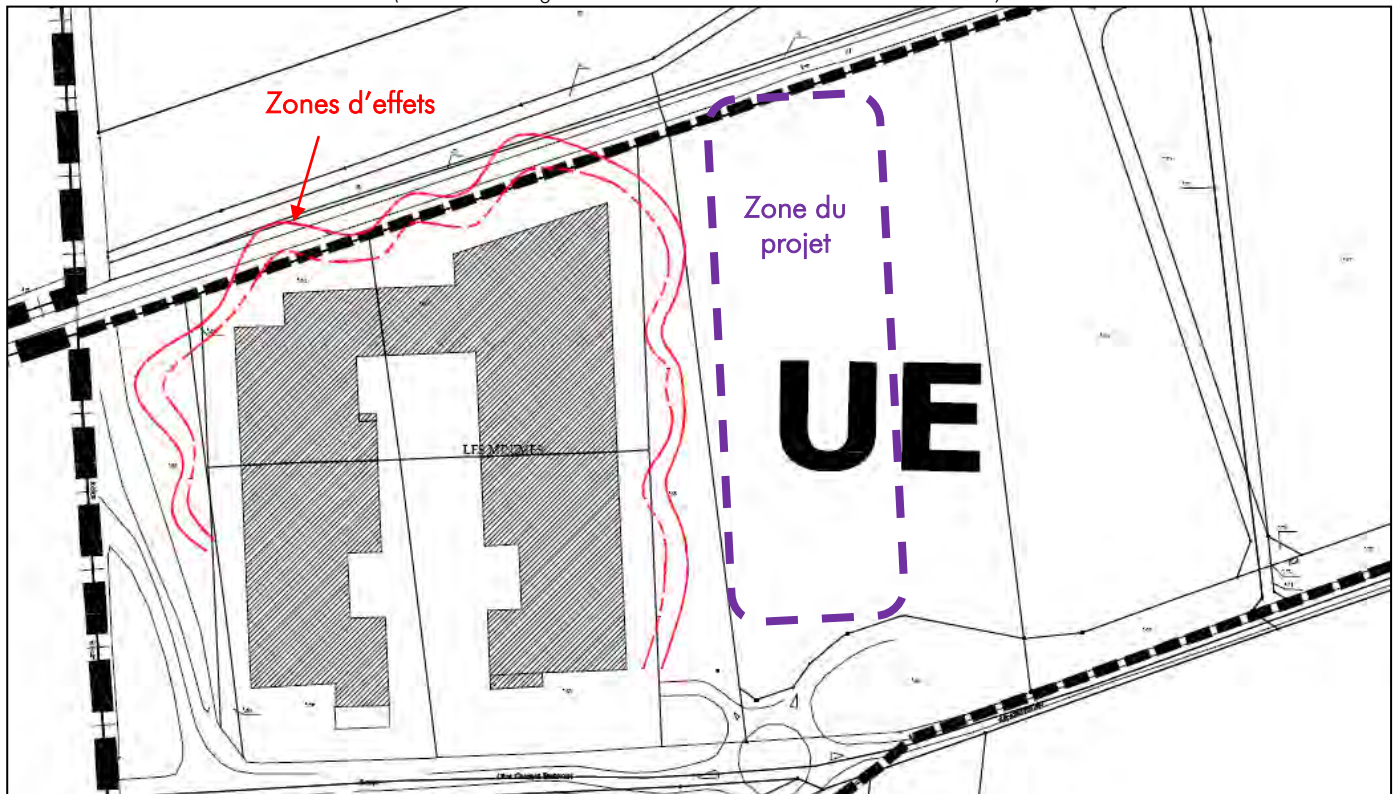
(Source : Etude de dangers du dossier d'autorisation des TRANSPORTS PAPIN)



Les zones d'effets ont été reprises dans le PLU de la commune d'Athies-sous-Laon (Cf. Illustration suivante).

Illustration 5 : Zones d'effets autour des Transports Papin

(Source : Zonage du PLU de la commune d'Athies-sous-Laon)



Les zones d'effets thermiques sont contenues dans la parcelle cadastrale anciennement n°362 et dépassent légèrement sur la parcelle anciennement n°366. La parcelle n°366 a été fractionnée. Selon le plan cadastral à jour, les zones d'effets atteignent les parcelles n° 520 et 522. L'emprise du projet de la société A.M. – ATHIES METHANISATION n'est pas concernée. Les limites de propriété entre les deux sociétés sont éloignées de 50 m, distance supérieur à la distance d'effet la plus importante.

Il n'existe donc pas d'effet dominos lié à un incendie sur le site des TRANSPORTS PAPIN vers le site de la société A.M. – ATHIES METHANISATION.

B. Effets d'un incendie du parc de poids lourds

La société TRANSPORTS PAPIN a récemment créé un parking pour ses camions sur la parcelle voisine à l'Ouest du site du projet, entre les bâtiments et le projet. Ce parking permet de stationner jusqu'à 60 poids lourds.

Pour évaluer les effets sur le site de méthanisation, les effets thermiques d'un incendie de poids lourd ont été modélisés selon 2 scénarios :

- l'incendie d'un seul poids lourd,
- l'incendie du parc de poids lourds entier (60 poids lourds).

a. Modélisation de l'incendie d'un poids lourd

Il est considéré un camion poids-lourd présentant les dimensions suivantes :

- Largeur : 2,55 m ;
- Longueur : 13,5 m ;
- Hauteur : 4,0 m.

Ces données sont issues des directives du « Guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers, Fascicule 4-Les études spécifiques des dangers (ESD), Septembre 2003 » du Centre d'Études des Tunnels, pour l'incendie d'un « PL-terme source standardisé 30 MW ».

Les caractéristiques du foyer formé par un poids lourd sont :

- Hauteur de flamme : 5,93 m,
- Emissivité de la flamme : 17,65 kW/m².

La méthodologie mise en œuvre est celle de la flamme solide. Celle-ci est présentée en détail dans le document de l'INERIS « Ω-2 - Feux de nappe » ainsi que dans le document du TNO, à savoir le « Yellow Book ». Dans ce modèle, la flamme est assimilée à un solide qui émet un rayonnement uniforme sur toute sa surface. Le flux thermique rayonné reçu par une cible est déterminé à l'aide de facteurs de vue.

Les résultats sont donnés pour une cible de 1,8 mètre au-dessus du sol (hauteur d'Homme).

Le tableau suivant donne les résultats obtenus selon les hypothèses précédentes.

Illustration 6 : Distance d'effets thermiques de l'incendie d'un poids lourd

(Source : Technisim Consultants)

Flux thermiques reçu par une cible	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Longueur de 13,50 m	1,5	4,0	7,0
Largeur de 2,55 m	< 1,0	2,0	3,0

b. Modélisation de l'incendie de l'ensemble du parc de poids lourds (60 poids lourds)

Le parking où sont stationnés les 60 poids lourds présente les dimensions suivantes :

- Longueur : 240 m,
- Largeur : 15 m.

Les caractéristiques du foyer formé par un poids lourd sont :

- Hauteur de flamme : 5,75 m,
- Emissivité de la flamme : 15,05 kW/m².

La méthodologie mise en œuvre est celle de la flamme solide. Celle-ci est présentée en détail dans le document de l'INERIS « Ω-2 - Feux de nappe » ainsi que dans le document du TNO, à savoir le « Yellow Book ». Dans ce modèle, la flamme est assimilée à un solide qui émet un rayonnement uniforme sur toute sa surface. Le flux thermique rayonné reçu par une cible est déterminé à l'aide de facteurs de vue.

Les résultats sont donnés pour une cible de 1,8 mètre au-dessus du sol (hauteur d'Homme).

Le tableau suivant donne les résultats obtenus selon les hypothèses précédentes.

Illustration 7 : Distance d'effets thermiques de l'incendie du parc de poids lourds

(Source : Technisim Consultants)

Flux thermiques reçu par une cible	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Longueur de 240 m	1,0	4,0	8,0
Largeur de 15 m	1,0	3,5	6,5

La figure suivante illustre les effets thermiques pour l'incendie du parc de poids lourds.



c. Evaluation des effets dominos sur le site de méthanisation

Le seuil des effets dominos (8 kW/m²) représente une distance d'environ 2 m. Or, les poids lourds sont stationnés vers l'Ouest et **une bande de 20 m est maintenue libre entre le stationnement et la limite d'emprise du site de méthanisation**. Ainsi, les effets dominos n'atteignent pas le site de méthanisation, ni aucun effet thermique.

Cette mesure d'éloignement est reprise dans les mesures de prévention.

Il n'existe donc pas d'effet dominos lié à un incendie sur le parking poids lourds sur le site des TRANSPORTS PAPIN vers le site de la société A.M. – ATHIES METHANISATION.

2.2. Malveillance

Le site du projet de méthanisation peut être concerné par la malveillance. Ce risque est réduit par la présence de la clôture et du portail d'entrée (accès au site interdit).

Conformément à l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, **les actes de malveillances ne seront pas retenus comme évènements initiateurs d'un accident majeur.**

2.3. Risques naturels

Le site, où vient s'implanter l'installation de méthanisation, n'est pas concerné par les aléas retrait-gonflement des argiles et cavités. En ce qui concerne l'aléa mouvements de terrains, la commune d'Athies-sous-Laon n'y est pas soumise, mais celle de Laon l'est. Au vue de l'éloignement du projet par rapport au relief de la ville de Laon (bute), il ne devrait pas être impacté.

Les communes d'Athies-sous-Laon et Laon ne sont pas soumise à l'aléa inondation. Le risque sismique est faible.

Globalement, le site ne présente pas de sensibilités particulières vis-à-vis des risques naturels.

Le risque de foudre est toujours possible puisque la foudre peut frapper un site quelconque. En l'application des articles 16 et suivant de l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, une analyse du risque foudre, une étude technique, un carnet, une notice de vérification et de maintenance ont été réalisés et sont joints en Annexe 1.

Les conditions météorologiques hivernales peuvent engendrer un risque de gel des équipements. En conséquence, les infrastructures sont conçues pour fonctionner à des températures hivernales. Les soupapes des cuves sont équipées de liquide antigel, les échangeurs de chaleurs comprennent un fluide caloporteur antigel (eau glycolée), le local technique et le conteneur de l'unité de purification sont chauffés (et climatisés) pour maintenir une température moyenne, la réserve incendie est maintenue hors-gel.

IV. ACCIDENTOLOGIE ET RETOUR D'EXPERIENCES

1. Inventaire des accidents de la base de données ARIA

La base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) du BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels) recense les incidents ou accidents qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement. Actuellement, cette base de données regroupe plus de 40 000 accidents ou incidents survenus en France ou à l'étranger.

Une recherche sur cette base de données a permis de mettre en évidence des accidents relatifs à l'activité de méthanisation impliquant le biogaz, l'hydrogène sulfuré ou le déversement de matières dans l'environnement. Ces accidents sont survenus sur des installations de méthanisation diverses (installation de méthanisation industrielle, centre de stockage des déchets, station d'épuration...).

La présentation des accidents/incidents ci-après ne se veut pas exhaustive (le recensement s'est cantonné à la base de données ARIA, qui se veut une référence dans les retours d'expériences). Il s'agit d'une recherche sur la période de 1990 à 2014.

1.1. Dégagement de biogaz sans explosion

Les accidents impliquant le biogaz ont été collectés à l'aide d'une recherche avec le mot-clé « biogaz » et « méthanisation ». Ce paragraphe porte sur les accidents à l'origine d'un dégagement de biogaz qui n'ont pas entraîné d'explosion.

Accident/Incident	Causes	Conséquences	Type d'activité	Recensement base ARIA
Fuite de biogaz sur une canalisation enterrée	Un joint desserré sur une conduite de refoulement, arrêts et redémarrages fréquents suite à une précédente fuite (ARIA N°44662)	Fuite de biogaz au niveau du sol	Collecte et traitement des eaux usées	N°44748 30/10/2013 France, Achères (78)
Fuite de biogaz sur une canalisation enterrée	Trou de 4 cm sur une canalisation en fonte à 4 m de profondeur reliant 2 digesteurs au gazomètre.	Fuite de biogaz au niveau du sol Perte de 24 000 m ³ de biogaz suite à la fuite + 18 500 m ³ rejeté à l'atmosphère. Perte estimée à 160k€	Collecte et traitement des eaux usées	N°44662 03/10/2013 France, Achères (78)
Fuite de méthane sur un digesteur	Présence de brèche de 10 cm de diamètre environ dues à la corrosion	Rejet de méthane dans l'air, 2 à 3 m ³ d'effluents déversés dans un bassin d'avarie, Remplacement du digesteur, Surcoût d'exploitation	Fabrication de plaques, feuilles, tubes et profilés en matières plastiques – station d'épuration	N°43900 12/06/2013 France, Sainte-Maurice-de-Beynost
Fuite de biogaz sur une canalisation	Corrosion de la canalisation par le biogaz	Rejet de méthane dans l'air, remplacement de la canalisation	Collecte et traitement des eaux usées	N°43522 11/12/2012 France, Achères (78)
Dégagement de biogaz d'un évent de surpression d'un digesteur	Blocage de l'évent en position ouverte	Rejet de méthane et de boues	Collecte et traitement des eaux usées	N°42923 18/10/2012 France, Maxeville (54)

Accident/Incident	Causes	Conséquences	Type d'activité	Recensement base ARIA
Dégagement de biogaz de la cuve de maturation (suite à un incendie sur l'unité de séchage de digestat)	Membrane percée par l'incendie sur le sécheur et alimentation électrique coupée ne permettant pas de pomper le biogaz	Pas de toxicité de l'air relevée	Traitement et élimination des déchets non dangereux	N°42076 22/04/2012 France, Fresnoy-Folny (76)
Dégagement de biogaz d'une alvéole d'un centre d'enfouissement de déchets ménagers	Géomembrane et équipements de collecte du biogaz détruits par un incendie	Pas de toxicité de l'air relevée	Traitement et élimination des déchets non dangereux	N°41946 30/03/2012 France, Nicole (47)
Dégagement de biogaz au niveau d'un gazomètre (débutage)	Défaut sur une vanne de maillage ayant provoqué l'arrêt automatique du ventilateur d'extraction du biogaz	Mise en place d'un périmètre de sécurité. 2 275 m ³ de biogaz relâchés à l'atmosphère	Collecte et traitement des eaux usées	N°42038 04/03/2012 France, Achères (78)
Dégagement d'un nuage de méthane et d'ammoniac	Erreur de conception du post-digester	Rejet de méthane et d'ammoniac	Elevage de vaches laitières	N°40476 25/03/2011 France, Somain (59)
Dégagement de biogaz au niveau d'un gazomètre (débutage)	Défaillance matériel	Emissions de 600 kg de biogaz, pas de conséquences à l'extérieur de l'établissement	Collecte et traitement des eaux usées – installation de production de biogaz classé Seveso seuil bas	N°38485 23/03/2010 France, Maisons-Laffitte (78)
Fuite de biogaz au niveau d'un digesteur de boue	Fissures du digesteur à plusieurs endroits	Périmètre de sécurité, évacuation des riverains	Collecte et traitement des eaux usées – station d'épuration	N°29407 10/03/2005 France, Leves (28)

1.2. Explosion de biogaz

Les accidents impliquant le biogaz ont été collectés à l'aide d'une recherche avec les mots-clés « biogaz » et « méthanisation ». Ce paragraphe porte sur les accidents à l'origine d'un dégagement de biogaz qui ont entraîné une explosion. La recherche a été étendue aux pays étrangers

Accident/Incident	Causes	Conséquences	Type d'activité	Recensement base ARIA
Explosion et feu torche	Rupture d'une canalisation de biogaz	2 employés blessés, dommages matériels importants perturbant les activités	Collecte et traitement des eaux usées – station d'épuration	N°34251 18/02/2008 France, Valenton (94)
Explosion d'un digesteur	Causes non connues	Destruction de machines et dommages aux bâtiments, déversement le lisier et de fioul	Culture et élevage associés	N°42314 16/12/2007 Allemagne, Riedlingen
Explosion	Injection de peroxyde d'hydrogène à la suite d'une opération de vidange engendrant un dégagement d'oxygène qui a réagit avec le biogaz	Projection à plusieurs dizaines de mètres du toit de la cuve de conditionnement et du méthaniseur, vitres brisées jusqu'à 100 m, bruit jusqu'à 20 km, pas de victimes, Aucune pollution	Fabrication de papier et de carton – station de traitement biologique des effluents aqueux	N°36683 27/02/2007 France, Biganos (33)

Accident/Incident	Causes	Conséquences	Type d'activité	Recensement base ARIA
Déflagration dans le poste électrique	Non déterminées	Dommages matériels importants	Collecte des déchets dangereux – centrale de valorisation des biogaz d'un centre d'enfouissement technique de classe 2	N°31654 23/03/2006 France, Clermont-Ferrand (63)
Explosion de 2 cuves de traitement des déchets liquides	Défaillance technique probable	Déversement du contenu des cuves Dommages matériels importants Pollution d'un ruisseau Pas de victime	Collecte et traitement des eaux usées – décharge	N°32040 21/01/2006 Allemagne, Göttingen
Explosion	Blocage de la baudruche en descente et mise en dépression (entrée d'air par les joints)	Destruction de la baudruche tampon de 10 m ³ Tuiles détruites dans un rayon de 20 m, vitres détruites jusqu'à 130 m Pas de victime	Fabrication de papier et de carton – unité de recyclage de biogaz issue de la station d'épuration anaérobie d'une papeterie	N°9065 07/01/1999 France, La Rochette (73)
Explosion pendant les travaux de réparation dans un silo en béton	Résidus gazeux et opérations de soudages	2 ouvriers tués, 1 blessé Le toit du silo est soufflé.	Collecte et traitement des eaux usées – station d'épuration communale	N°11345 12/03/1997 Italie, Peschiera Del Garda

1.3. Incendie au sein d'une unité de méthanisation

La présence de gaz et de matières combustibles peut être une source d'apparition d'un incendie. Les accidents impliquant une unité de méthanisation ont été collectés avec le mot clé « méthanisation » et « méthaniseur ».

Accident/Incident	Causes	Conséquences	Type d'activité	Recensement base ARIA
Incendie sur l'unité de séchage de digestat	Inconnue	Membrane du biofiltre percée Dégagement de biogaz Destruction d'un bâtiment	Traitement et élimination des déchets non dangereux	N°42076 22/04/2012 France, Fresnoy-Folny (76)
Incendie dans le local presses et centrifugeuses	Origine électrique	Destruction du local	Traitement et élimination des déchets non dangereux	N°38944 13/09/2010 France, Montpellier (34)
Incendie sur le toit d'un méthaniseur	La foudre	Destruction du toit du méthaniseur	Fabrication d'autres produits alimentaires n.c.a	N°35673 06/11/2008 France, Grasse (06)

1.4. Accidents relatifs à l'hydrogène sulfuré

Les accidents impliquant l'hydrogène sulfuré sont susceptibles de survenir dans tous types d'installations, industrielles ou agricoles. La base de données ARIA relève 82 accidents pour une recherche avec le terme « hydrogène sulfuré » et impliquent une multitude d'industries. Les accidents impliquant ce gaz toxique sont donc nombreux. L'accident suivant concerne une installation de méthanisation agricole allemande et a eu de graves conséquences humaines.

Accident/Incident	Causes	Conséquences	Type d'activité	Recensement base ARIA
Emanation de sulfure d'hydrogène lors du déchargement d'un camion apportant des déchets d'abattoir	Défaillance du moteur électrique actionnant le couvercle d'une fosse de stockage des déchets entrants et réaction avec les matières déjà présentes	4 personnes tuées 1 personne intoxiquée sérieusement	Traitement et élimination des déchets dangereux – site de production de biogaz par valorisation des déchets organiques	N°31000 08/11/2005 Allemagne, Rhadereistedt

1.5. Débordement du méthaniseur

Les accidents ci-dessous ont été collectés à l'aide d'une recherche avec le mot-clé « méthanisation ». Ils concernent le débordement des matières lors de leur stockage ou en cours de traitement.

Accident/Incident	Causes	Conséquences	Type d'activité	Recensement base ARIA
Débordement de 3 cuves de mélange de déchets organiques avant traitement	Erreur humaine : vanne de remplissage d'eau ouverte alors que celles du trop-plein restaient fermées	Matières contenues dans la rétention et bassin d'orage, aucune pollution extérieure	Collecte des déchets non dangereux	N°43753 17/02/2013 France, Isse (44)
Débordement d'un bac de stockage d'effluents organiques	Panne du capteur de niveau, vanne du bassin d'orage laissée ouverte	Déversement de lisier, boues de STEP dans des ruisseaux, provoquant une pollution en nitrate (fermeture temporaire d'un captage AEP)	Traitement et élimination des déchets	N°41701 28/01/2012 France, Saint-Gilles-du-Mène (22)

2. Retour d'expérience sur des installations similaires (INERIS)

Le rapport d'étude de l'INERIS (DRA-07-88414-10586B) de 2008 rapporte les résultats d'une enquête de terrain, notamment en Allemagne où l'on dénombre plus de 3 000 installations de méthanisation. Les incidents/accidents rapportés ont eu lieu dans des installations agricoles ou industrielles.

Incident/accident	Causes	Evénements recensés	Mesures préventives
Débordement du méthaniseur	Dysfonctionnement du méthaniseur : par exemple réduction du volume utile par formation d'une zone sableuse	3 à 4 fois par an en Allemagne	Contrôle des matières entrantes pour éviter l'introduction de matière non dégradable
Surpression interne à l'intérieur du méthaniseur engendrant l'explosion du méthaniseur et le déversement de son contenu	Accumulation de matières plastiques formant une couche étanche à la surface de la phase liquide et entraînant l'accumulation de biogaz en partie basse	2 cas	Contrôle des matières entrantes et brassage continu à l'intérieur du méthaniseur
Rupture d'une canalisation de biogaz à l'intérieur d'une enceinte confinée	Erreur de manipulation des vannes situées aux extrémités d'une canalisation de biogaz	1 cas	-
Gel des soupapes du méthaniseur	Conditions météorologiques	Plusieurs cas	Mise en place d'un dispositif antigel sur les soupapes

Incident/accident	Causes	Evénements recensés	Mesures préventives
Disposition des soupapes	Les soupapes débouchent sur des lieux de passage alors que du biogaz est susceptible d'être dégagé	Plusieurs cas	Soupapes positionnées à l'écart des personnes
Envol de la membrane souple d'un méthaniseur	Une violente tempête a provoqué la sortie du boudin rempli d'air fixant la membrane simple	1 cas	Membrane retenue par deux boudins, dispositif de sécurité en cas de panne d'alimentation en air comprimé des boudins

3. Analyse des accidents recensés

3.1. Accidents relatifs au biogaz et au procédé de méthanisation

3.1.1. Analyse des causes

Les causes ne sont pas toujours connues. Parmi les événements à retenir préalablement à la survenance des accidents :

- Travaux de maintenance ;
- Faute ou négligence, imprudence ;
- Défaut de conception ;
- Rupture d'un élément suite à un dysfonctionnement ;
- Erreur humaine.

3.1.2. Analyse des conséquences

Les conséquences concernent généralement des dommages matériels sur les installations. Des dommages corporels (morts ou blessés) sont plus rarement observés. Une pollution du milieu naturel est aussi relevée (déversement dans le milieu environnant).

3.1.3. Mesures à mettre en place

Ces accidents mettent en évidence la nécessité de la mise en place de plusieurs mesures :

- nécessité de concevoir des plans d'intervention et de les respecter avant d'effectuer une intervention à l'intérieur des installations de stockage de biogaz ;
- la mise en place d'évents d'explosion ou de membranes souples sur les méthaniseurs en béton ;
- la mise en place d'une ventilation suffisante des locaux à l'intérieur desquels du biogaz est susceptible de se répandre en cas de fuite, afin d'éviter son accumulation ;
- la mise en place de matériel protégé à l'intérieur des zones susceptibles de contenir une atmosphère explosive pour éviter son inflammation ;
- la mise en place de rétention autour des digesteurs ;
- la procédure de fermeture de la vanne du bassin d'orage en cas d'incendie ou de déversement de matières à définir.

3.2. Accidents relatifs à l'hydrogène sulfuré

3.2.1. Analyse des causes

La production de H₂S résulte d'une réaction chimique incontrôlée lors de l'apport de déchets.

3.2.2. Analyse des conséquences

Les résumés d'accidents impliquant du H_2S indiquent que, dans la plupart des cas, les victimes sont d'abord prises d'un malaise (évanouissement, perte de conscience) en travaillant au-dessus des installations, ce qui entraîne leur chute puis l'asphyxie dans un milieu confiné (préfosse, stockage digestat liquide). Un dégagement d'hydrogène sulfuré dans un hall confiné ou au niveau d'une cuve peut également être à l'origine de décès, ce gaz étant plus dense que l'air (il va s'accumuler au niveau du sol et donc à hauteur d'homme).

Ces accidents sont souvent mortels, et impliquent souvent plus d'une personne car les sauveteurs venant au secours d'une première victime sont également asphyxiés par le H_2S .

3.2.3. Mesures à mettre en place

Ces accidents mettent en lumière l'importance du contrôle des entrants dans les installations de méthanisation : il est indispensable de s'assurer de la compatibilité physico-chimique des différents substrats amenés à être mélangés. En cas de doute, il est donc important de procéder à des analyses pour s'assurer qu'il n'y ait pas de dégagement de produits toxiques de type H_2S lors du mélange des produits. La formation du personnel est donc importante, ainsi que l'observation des règles de sécurité (fermeture du couvercle, par exemple).

4. Conclusions et limites

La base de données ARIA montre que les explosions liées au biogaz sont assez fréquentes mais les conséquences se limitent majoritairement à des dégâts matériels. Par contre, l'hydrogène sulfuré peut donner lieu à des accidents très graves puisque ce gaz fortement toxique entraîne la mort rapidement. Le déversement de matières est généralement contenu sur site grâce aux rétentions.

L'enquête de l'INERIS en Allemagne permet d'identifier des mesures préventives. A noter que les événements évoqués sont majoritairement engendrés par des dysfonctionnements. De plus, il faut tenir compte du fait que les installations en fonctionnement actuellement n'ont pas pu bénéficier d'un premier retour d'expérience et ont été donc conçues en l'absence des règles de sécurité actuelles.

V. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

1. Analyse des potentiels de dangers

Les potentiels de dangers ont été identifiés précédemment en fonction des caractéristiques des produits mis en œuvre, des paramètres de fonctionnement et de la nature des équipements, des activités, des conditions opératoires, de la perte des utilités.

La conjugaison des potentiels de dangers (lien entre les dangers des produits et les procédés qui les utilisent) permet de mettre en évidence les phénomènes dangereux qui peuvent potentiellement se produire sur l'installation étudiée :

- l'explosion en espace confiné par surpression ou par inflammation d'une ATEX formée par le biogaz ou le biométhane,
- l'explosion à l'air libre par inflammation d'une ATEX formée par le biogaz ou le biométhane suite à une perte de confinement,
- le dégagement toxique,
- l'incendie,
- l'inflammation d'une fuite de biogaz ou biométhane (feu torche),
- le déversement de matières polluantes dans le milieu naturel par perte de confinement ou par épandage accidentel.

Certains de ces phénomènes dangereux ont été observés dans l'accidentologie. L'analyse de l'accidentologie a permis de mettre en évidence des mesures d'amélioration possibles qui ont été prises à la source pour réduire les potentiels de dangers.

De plus, pour réduire les potentiels de dangers, il a été étudié :

- la réduction au minimum des utilisations de produits dangereux,
- la séparation des potentiels de dangers,
- la substitution des produits dangereux par des produits moins dangereux, dans la limite des solutions économiquement et technologiquement acceptable,
- la création de conditions opératoires les plus modérées possibles afin de réduire les possibilités de dérives,
- la mise en œuvre d'un procédé simple et ergonomique, afin d'éviter les équipements superflus et les procédures trop complexes.

Les mesures de réduction sont détaillées dans le chapitre suivant.

2. Mesures de réduction des potentiels de dangers

2.1. Réduction et substitution des produits dangereux

Il faut tout d'abord considérer le fait que le site met en œuvre très peu de produits dangereux. Il n'y a pas de produits chimiques employés excepté l'huile de lubrification du compresseur. Il n'y a pas de substitution possible. Les quantités utilisées sont faibles (250 litres par an).

Le biogaz/biométhane représente le produit le plus dangereux. Cependant, il n'est pas substituable puisqu'il est généré par l'unité de méthanisation dans l'objectif de le valoriser.

2.2. Séparation des potentiels de dangers

Les équipements ont été disposés de manière à éloigner les gazomètres des sources d'inflammation que sont la chaudière et la torchère.

Dans la mesure du possible, les canalisations de biogaz ou biométhane ont été enterrées pour éviter les fuites à l'air libre et donc la formation d'ATEX avec l'oxygène de l'air.

2.3. Simplification des procédés et conditions opératoires modérées

La conception et l'agencement des équipements ont pris en compte le principe de simplification du procédé. Les conditions opératoires sont nécessaires et suffisantes au bon fonctionnement de l'installation. Les débits de matière et de biogaz/biométhane tiennent compte des besoins de production journalière.

2.4. Conception des installations

De manière générale, les installations sont conçues, exploitées et entretenues, en fonction des produits et des conditions d'utilisation, de manière à garantir une sécurité maximale. Cette démarche de prévention à la conception tient compte notamment des conditions spécifiques de sécurité de chaque installation.

L'unité sera conçue et fabriquée en conformité avec les règles de la certification CE avec notamment :

- Equipement sous pression : Directive DESP 97/23/EC ;
- Equipement électrique :
 - o IEC, EN 60439-1, EN 60204-1 ;
 - o Directive BT 2006/95/CE ;
 - o EMC : 2004/108/CE.
- Atmosphère Explosive : Directive Européenne ATEX 94/9 CE ;
- Directive Machine 2006/42/CE ;
- IEC 61508 ;
- Autres : standards CEF.

2.5. Mesures préventives issues de l'accidentologie

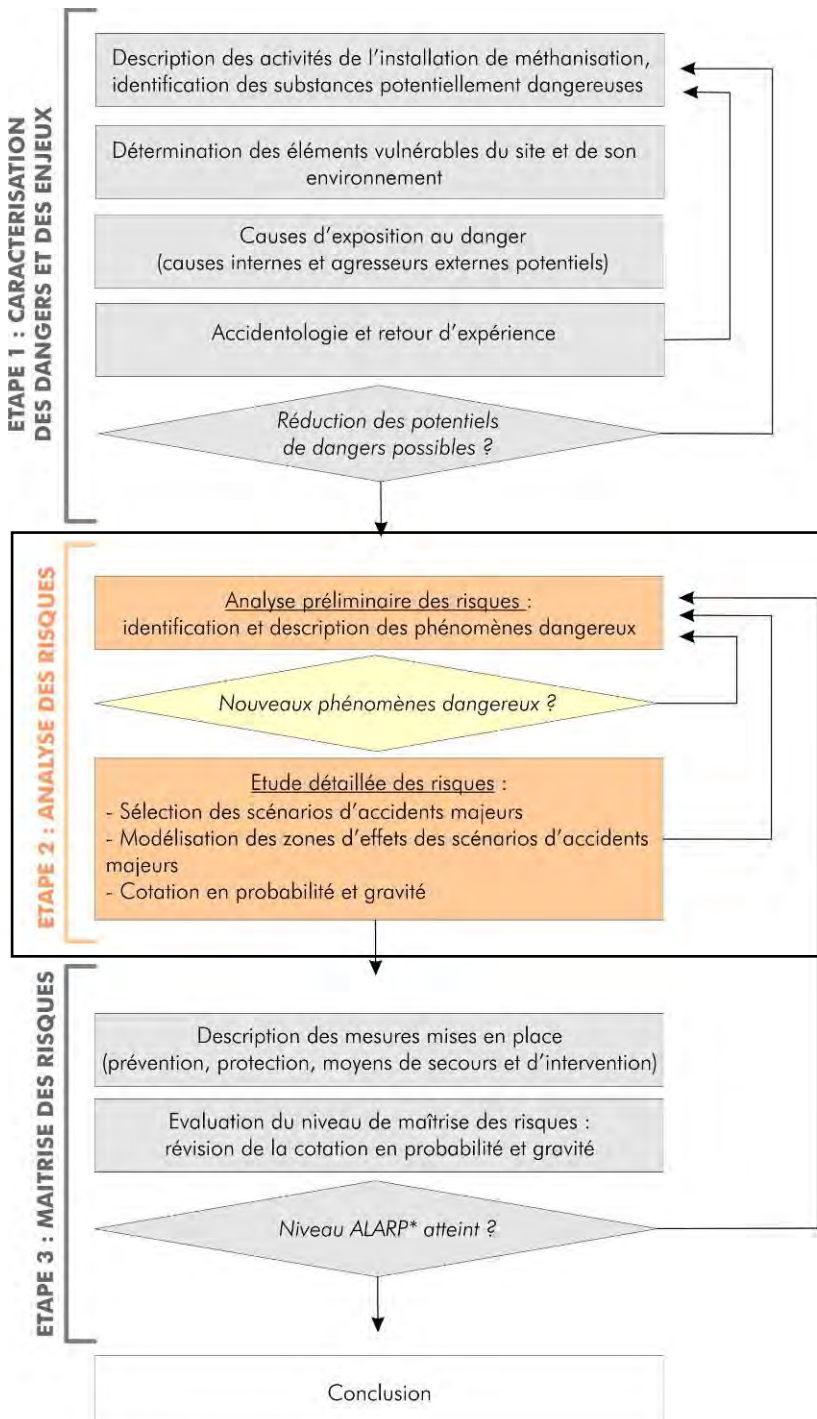
Le retour d'expérience a permis de mettre en relief des mesures qui ont été prise en compte dès la conception du projet. Ces mesures sont listées ci-dessous.

Mesures issues de l'accidentologie	Application à l'unité d'A.M – ATHIES METHANISATION
<i>Plan d'intervention pour les travaux à l'intérieur des installations de stockage de biogaz</i>	Toute intervention sur le site est soumise à la délivrance d'un permis de feu. Cette procédure permet d'éviter l'inflammation d'une ATEX par apport d'une source d'ignition.
<i>Events d'explosion ou membrane souple sur les digesteurs en béton</i>	Les digesteurs et le post-digester sont équipés d'une double membrane pour le stockage pour le biogaz. Cette double membrane souple joue le rôle d'évent en cas d'explosion.
<i>Matériel aux normes ATEX</i>	Les équipements situés en zone ATEX respecteront la Directive Européenne ATEX 94/9 CE.
<i>Ventilation des locaux où il peut y avoir du biogaz</i>	Le conteneur de l'unité de purification et le local de la chaudière sont équipés d'une ventilation forcée adaptée aux zones ATEX. Cette ventilation sera réalisée par un extracteur ATEX et par une prise d'air frais équipée de volets motorisés qui assurera une circulation d'air. Le déclenchement de la ventilation est asservi à des détecteurs de méthane et d'hydrogène sulfuré selon 2 seuils de détection définit ci-dessous.

	<table><tr><th>Capteur</th><th>Mesure</th><th>Seuils</th><th>Désignation du seuil</th><th>Valeur du seuil</th><th>Action associée au seuil</th></tr><tr><td rowspan="2">LIE590A</td><td rowspan="2">Mesure LIE CH4 n°1</td><td>HH</td><td>2nd seuil de détection LIE</td><td>20% LIE</td><td>Procédure arrêt urgence détection LIE + message alarme détection 2nd seuil LIE</td></tr><tr><td>H</td><td>1^{er} seuil de détection LIE</td><td>10% LIE</td><td>Alarme détection 1^{er} seuil LIE</td></tr><tr><td rowspan="2">LIE590B</td><td rowspan="2">Mesure LIE CH4 n°2</td><td>HH</td><td>2nd seuil de détection</td><td>20% LIE</td><td>Procédure arrêt urgence détection LIE + message alarme détection 2nd seuil LIE</td></tr><tr><td>H</td><td>1^{er} seuil de détection</td><td>10% LIE</td><td>Alarme détection 1^{er} seuil LIE</td></tr><tr><td>H2S590</td><td rowspan="2">Mesure H2S Mesure H2S</td><td>HH</td><td>2nd seuil de détection</td><td>20 ppm</td><td>Procédure arrêt urgence détection H2S + message alarme détection 2nd seuil H2S</td></tr><tr><td>H2S590</td><td>H</td><td>1^{er} seuil de détection</td><td>10 ppm</td><td>Alarme détection 1^{er} seuil H2S</td></tr></table>	Capteur	Mesure	Seuils	Désignation du seuil	Valeur du seuil	Action associée au seuil	LIE590A	Mesure LIE CH4 n°1	HH	2 nd seuil de détection LIE	20% LIE	Procédure arrêt urgence détection LIE + message alarme détection 2 nd seuil LIE	H	1 ^{er} seuil de détection LIE	10% LIE	Alarme détection 1 ^{er} seuil LIE	LIE590B	Mesure LIE CH4 n°2	HH	2 nd seuil de détection	20% LIE	Procédure arrêt urgence détection LIE + message alarme détection 2 nd seuil LIE	H	1 ^{er} seuil de détection	10% LIE	Alarme détection 1 ^{er} seuil LIE	H2S590	Mesure H2S Mesure H2S	HH	2 nd seuil de détection	20 ppm	Procédure arrêt urgence détection H2S + message alarme détection 2 nd seuil H2S	H2S590	H	1 ^{er} seuil de détection	10 ppm	Alarme détection 1 ^{er} seuil H2S
Capteur	Mesure	Seuils	Désignation du seuil	Valeur du seuil	Action associée au seuil																																	
LIE590A	Mesure LIE CH4 n°1	HH	2 nd seuil de détection LIE	20% LIE	Procédure arrêt urgence détection LIE + message alarme détection 2 nd seuil LIE																																	
		H	1 ^{er} seuil de détection LIE	10% LIE	Alarme détection 1 ^{er} seuil LIE																																	
LIE590B	Mesure LIE CH4 n°2	HH	2 nd seuil de détection	20% LIE	Procédure arrêt urgence détection LIE + message alarme détection 2 nd seuil LIE																																	
		H	1 ^{er} seuil de détection	10% LIE	Alarme détection 1 ^{er} seuil LIE																																	
H2S590	Mesure H2S Mesure H2S	HH	2 nd seuil de détection	20 ppm	Procédure arrêt urgence détection H2S + message alarme détection 2 nd seuil H2S																																	
H2S590		H	1 ^{er} seuil de détection	10 ppm	Alarme détection 1 ^{er} seuil H2S																																	
Rétention autour des digesteurs	Les digesteurs, le post-digesteur et la cuve de stockage du digestat liquide sont positionnées dans une aire de rétention étanche formée par un décaissement à une profondeur de 4 m et des murs béton. Le volume de la rétention est supérieur au volume de la plus grosse cuve.																																					
Procédure de fermeture de la vanne du bassin d'orage	Une vanne de confinement se situe en sortie de la réserve incendie pour éviter le rejet d'eaux polluées dans le bassin d'infiltration. De plus, une vanne de confinement est aussi présente sur le réseau permettant de récupérer les eaux pluviales de la zone de rétention. Ainsi, en cas d'incendie ou de pollution, les eaux d'extinction ou les matières sont contenues dans la zone de rétention. Cette vanne est maintenue fermée, elle n'est ouverte que lorsqu'il pleut et que les eaux pluviales s'accumulent dans la zone de rétention. Une procédure est définie à l'intention du personnel sur le fonctionnement de ces vannes.																																					
Contrôle des intrants pour éviter une incompatibilité chimique et l'introduction de matières non dégradables	Les intrants autorisés dans l'unité de méthanisation ne présentent pas d'incompatibilité. L'admission des matières est conditionnée par des critères d'admissibilité et par un cahier des charges. Un contrôle visuel est aussi effectué par l'opérateur pour éviter l'introduction de matières non dégradables (plastiques, pierres...). Les matières inertes qui seraient quand même introduites sont retenues dans l'anneau d'hydrolyse. Ainsi, elles ne peuvent pas se retrouver dans les digesteurs.																																					
Brassage des matières dans les digesteurs pour éviter la formation de croûte	Les digesteurs et le post-digesteur sont munis de plusieurs agitateurs afin d'assurer un mélange homogène des matières.																																					
Formation du personnel aux risques de dégagement toxique	Le personnel de l'installation sera formé aux risques présents sur le site, et en particulier au risque de dégagement toxique.																																					
Fermeture du couvercle des cuves de stockage des intrants pour éviter de dégagement toxique	Les intrants liquides sont stockés dans des cuves fermées enterrées. Le transfert des intrants est réalisé par un raccord pompier. Il n'y a pas d'ouverture des cuves. Les intrants solides sont stockés à l'extérieur sous toiture ou sous bâche. Les durées de stockage sont réduites et les matières sont retournées pour éviter un départ de fermentation.																																					
Localisation des soupapes de sécurité en dehors des lieux de passage	Les soupapes de sécurité sont positionnées sur les digesteurs et le post-digesteur, éloignées des zones de passage. Les soupapes sont clairement identifiées.																																					
Dispositif antigel sur les soupapes de sécurité	Les soupapes de sécurité sont équipées d'un système antigel.																																					
Système de fixation de la membrane souple des digesteurs muni d'un système de sécurité pour éviter son envol	La double membrane des digesteurs et post-digesteur est fixé aux parois des cuves par des boulons.																																					

PARTIE 2 : ANALYSE DES RISQUES

La première étape du processus a permis de mettre en évidence **les potentiels de dangers** spécifiques à l'activité de méthanisation et à son environnement. Les installations du projet, présentées ci-dessus, ont pris en compte dans leur conception le retour d'expérience existant. De plus, l'implantation des installations a été éloignée des cibles potentielles (200 m environ des habitations). A ce stade, il n'y a pas de réduction à envisager, les substances présentes (substrats, digestat, biogaz) ne pouvant être remplacées par des substances potentiellement moins dangereuses.



*Niveau ALARP (As Low As Reasonably Practicable) = niveau de risque aussi bas que raisonnablement réalisable

Objectifs :

- × Faire l'inventaire des phénomènes dangereux potentiels, les décrire et les localiser.
- × Hiérarchiser ces phénomènes dangereux et définir les scénarios d'accidents à étudier.
- × Modéliser les zones d'effets des scénarios d'accidents majeurs pour mieux évaluer leurs conséquences.
- × Classer les scénarios d'accident en probabilité et gravité.

I. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

1. Description des phénomènes dangereux

Les phénomènes dangereux susceptibles d'être rencontrés sur l'installation de méthanisation sont les suivants :

- Explosion de gaz (ATEX) en espace confiné (VCE) et à l'air libre (UVCE),
- Surpression,
- Incendie, feu torche,
- Dispersion toxique accidentelle de biogaz (H_2S),
- Déversement de matières/substances dans le milieu naturel.

Les paragraphes suivants ont pour objectifs de décrire plus précisément ces phénomènes dangereux.

1.1. Le risque d'explosion

1.1.1. Définition d'une ATEX et classement



(Source : <http://www.prc.cnrs-gif.fr/images/document-atex/explosion-atex.gif>)

Une ATEX (ATmosphère EXplosive) est :

« un mélange avec l'air dans les conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières, dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé ».

Une ATEX peut exister en milieu ouvert ou en milieu fermé. Pour que l'inflammation se propage, il faut que la concentration du produit combustible mis en cause soit comprise entre deux valeurs :

- la LIE (limite inférieure d'explosivité)
- et la LSE (limite supérieure d'explosivité).

Lorsque le combustible est sous forme de poussières en suspension, la LIE est assimilée à la Concentration Minimum d'Explosivité (CME). La LES est moins bien définie et rarement mesurée car elle représente de trop grandes quantités dans l'air (de 1 à 3 kg/m³). Toutes les poussières combustibles sont capables de provoquer une explosion dès que le diamètre des particules est inférieur à 500 µm.

La réglementation définit des zones pour les atmosphères explosives constituées de gaz et vapeurs inflammables ou constituée d'un nuage de poussière.

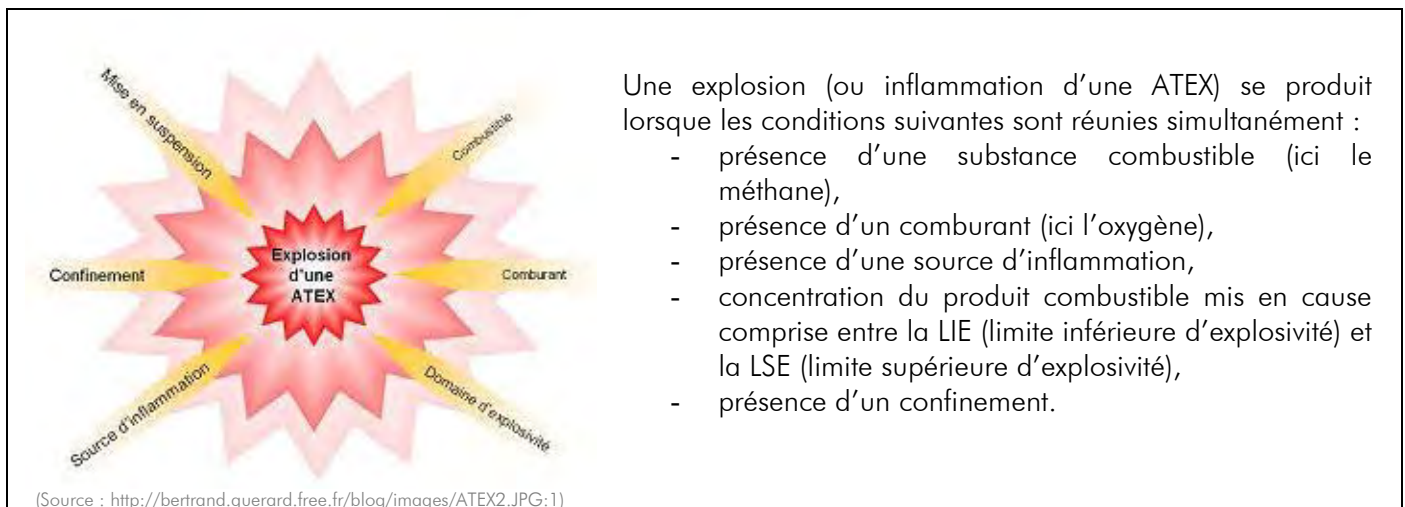
Atmosphère explosive	Zone gaz / vapeur	Zone poussières
Permanente, en fonctionnement normal	0	20
Occasionnelle, en fonctionnement normal	1	21
Accidentelle, en cas de dysfonctionnement	2	22

La définition de ces zones est la suivante :

- **Zone 0** : emplacement où une ATEX consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est présente en permanence ou pendant de longues périodes ou fréquemment.
- **Zone 1** : emplacement où une ATEX consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.

- **Zone 2** : emplacement où une ATEX consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou, si elle se présente néanmoins, n'est que de courte durée.
- **Zone 20** : emplacement où une ATEX sous forme de nuage de poussières combustibles est présente dans l'air en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.
- **Zone 21** : emplacement où une ATEX sous forme de nuage de poussières combustibles est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.
- **Zone 22** : emplacement où une ATEX sous forme de nuage de poussières combustibles n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou, si elle se présente néanmoins, n'est que de courte durée.

1.1.2. Inflammation (ou explosion) d'une ATEX



L'explosion d'une ATEX de gaz ou vapeur en milieu ouvert est appelée UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion) et l'explosion d'une ATEX de gaz ou vapeur en milieu fermé est appelé VCE (Vapour Cloud Explosion).

Les principales sources d'inflammation peuvent être d'origine :

- électrique (étincelles, échauffement...) ;
- liées aux courants électriques vagabonds ;
- électrostatique (décharge par étincelles...) ;
- thermique (surfaces chaudes, cigarettes, flammes nues, travaux par point chaud...) ;
- mécanique (frottements entre éléments, chocs, abrasion...) ;
- chimique (réaction exothermique, auto-échauffement...) ;
- bactériologique (fermentation bactérienne...) ;
- climatique (foudre, soleil...).

Une agression extérieure peut aussi amorcer l'inflammation (tir d'une balle de fusil traversant l'enveloppe du méthaniseur, collision avec un véhicule...).

1.1.3. Effets de l'explosion d'une ATEX

- **Effets mécaniques**

L'augmentation brutale de la pression, provoquant un effet de souffle, est la principale manifestation d'une explosion.

L'expansion des gaz engendre des effets mécaniques dont l'intensité dépend du confinement de l'ATEX. Dans le cas d'une VCE, la pression augmente jusqu'à une dizaine de bars au maximum ou jusqu'à la rupture éventuelle

du confinement. Ce dernier scénario implique la projection de débris du confinement. A l'air libre (UVCE), il n'y a pas d'effets de pression importants.

- **Effets thermiques**

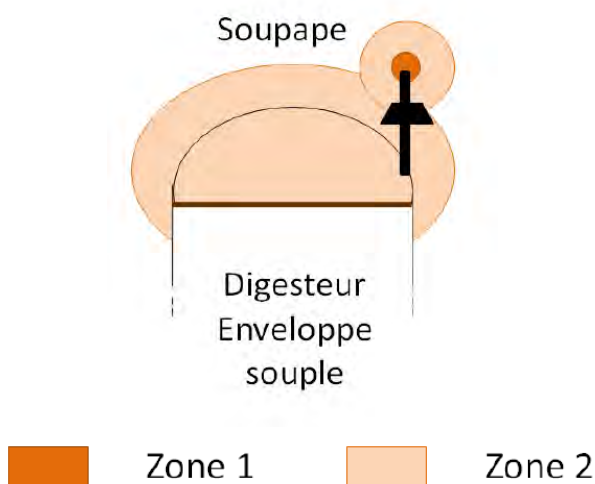
Les effets de l'explosion se combinent avec un dégagement de chaleur important. Ainsi, une zone de flamme peut atteindre un volume jusqu'à 10 fois supérieur à celui de l'atmosphère explosive initiale, dans le cas de l'explosion de gaz ou vapeur. En effet, les gaz de combustion sont portés à plusieurs milliers de degrés ce qui entraîne une expansion des gaz d'explosion.

Dans le cadre d'explosion d'un dépôt de poussières, il n'y a pas d'expansion des flammes mais une explosion secondaire par mise en suspension des poussières.

Ainsi, l'explosion peut être initiatrice d'un incendie.

1.1.4. Localisation des zones ATEX sur le site

L'INERIS propose un classement en zone ATEX pour une installation de méthanisation agricole. Le classement de l'INERIS est retenu pour la présente étude et adapté aux spécificités du projet. Le schéma suivant illustre le classement des zones ATEX au niveau des digesteurs et au niveau du post-digesteur.



(Source : INERIS, Règle de sécurité des installations de méthanisation agricole, 24 p.)

Les zones ATEX identifiées au niveau des équipements de méthanisation sont listées dans le tableau suivant. **Seule des zones 1 et 2 sont identifiées** : aucune ATEX permanente ou susceptible de se former régulièrement n'a été identifié.

Zone 0	Zone 1	Zone 2
Aucune	Equipements digesteurs et post-digesteur : ventilateurs air, trou d'homme, vanne de prélèvement gaz, contrôle pression de l'air, mesure de sortie des gaz. Vannes de sécurité : sur digesteur et post-digesteurs.	Ciel de cuve : cuves de réception des intrants liquides Ciel gazeux : digesteurs et post-digesteur. Gazomètre : Enveloppe de 3 m à l'extérieur de la membrane Equipements digesteur : hublots, agitateur, vanne de sécurité. Equipements post-digesteur : ventilateurs air, vanne de sécurité pression gaz, hublot, trou d'homme, contrôle pression air, vanne de prélèvement gaz, vanne de sécurité. Chaudière biogaz : local où se situe la chaudière Torchère : enveloppe de 1 m

Les zones ATEX au niveau de l'unité de purification ont été étudiées spécifiquement par le constructeur. Le zonage ATEX de l'unité de purification est donné dans le tableau suivant.

Equipements / Local	Zone
Local supervision (intérieur du local)	Hors zone car pas de source de dégagement potentielle
Local membranes (intérieur du local)	Hors zone car ventilation mécanique forcée asservie sur détection gaz
Canalisations biogaz situées à l'extérieur du local membranes	<u>Canalisations basse pression (< 500 mbarg)</u> : ZONE 2 = sphère de 0,5 m de rayon autour des plans de brides et points de raccordement d'éléments de tuyauteries de robinetterie et d'instrumentation <u>Canalisation moyenne pression (0,5 < < 5 barg)</u> : ZONE 2 = sphère de 1 m de rayon autour des plans de brides et points de raccordement d'éléments de tuyauteries de robinetterie et d'instrumentation <u>Canalisation moyenne pression (5 < < 16,5 barg)</u> : ZONE 2 = sphère de 1 m de rayon autour des plans de brides et points de raccordement d'éléments de tuyauteries de robinetterie et d'instrumentation
Intérieur des canalisations	Hors zone car arrêt de l'unité en cas de teneur en méthane inférieure à 40% dans le biogaz entrant dans l'unité
Zone d'extraction d'air vicié du local membranes	ZONE 2 : sphère de rayon 1 m autour de la zone d'extraction d'air vicié du local membranes
Event de toiture	ZONE 1 : sphère de rayon 1m du point d'émission ZONE 2 : sphère de rayon 2 m autour de la zone 1
Zone d'extraction d'air du capotage du compresseur	ZONE 2 : sphère de rayon 1 m autour de la zone d'extraction d'air du compresseur

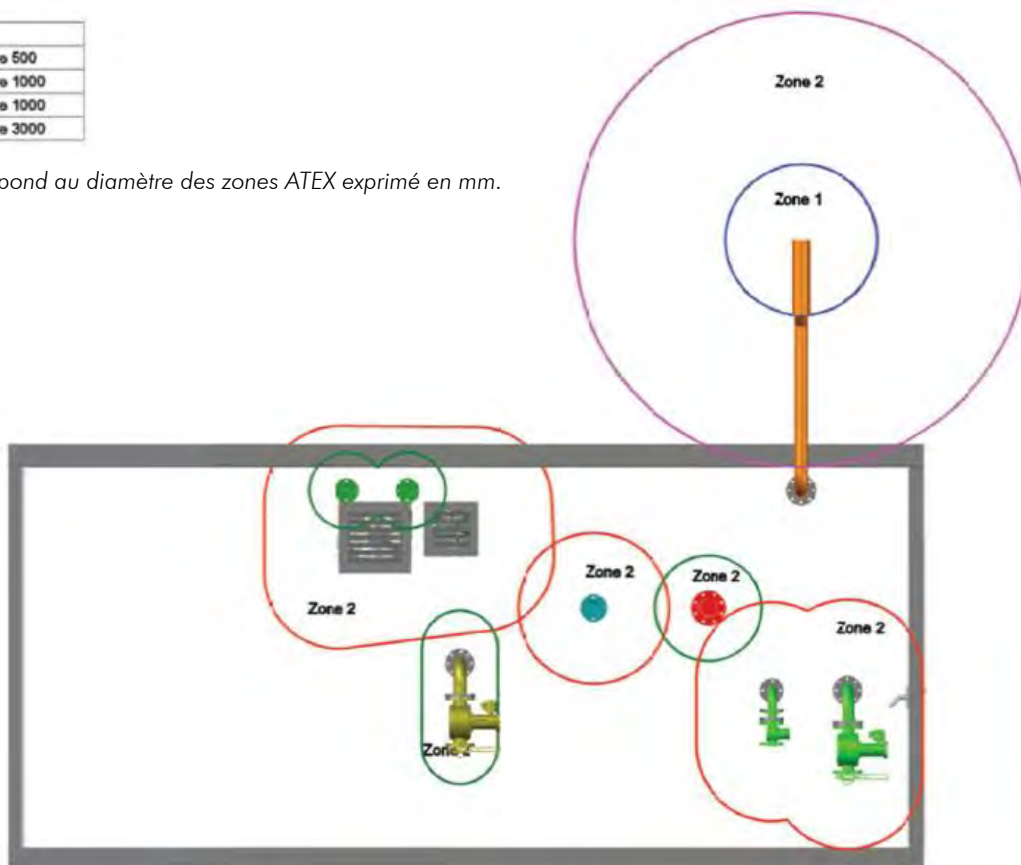
Toutes les canalisations de biogaz et de biométhane aériennes du site sont concernées par une zone 2 dont le rayon est fonction de la pression interne de la canalisation (de 0,5 à 1 m autour des plans de brides et points de raccordement).

La figure suivante schématise les zones ATEX sur le conteneur de l'unité de purification.

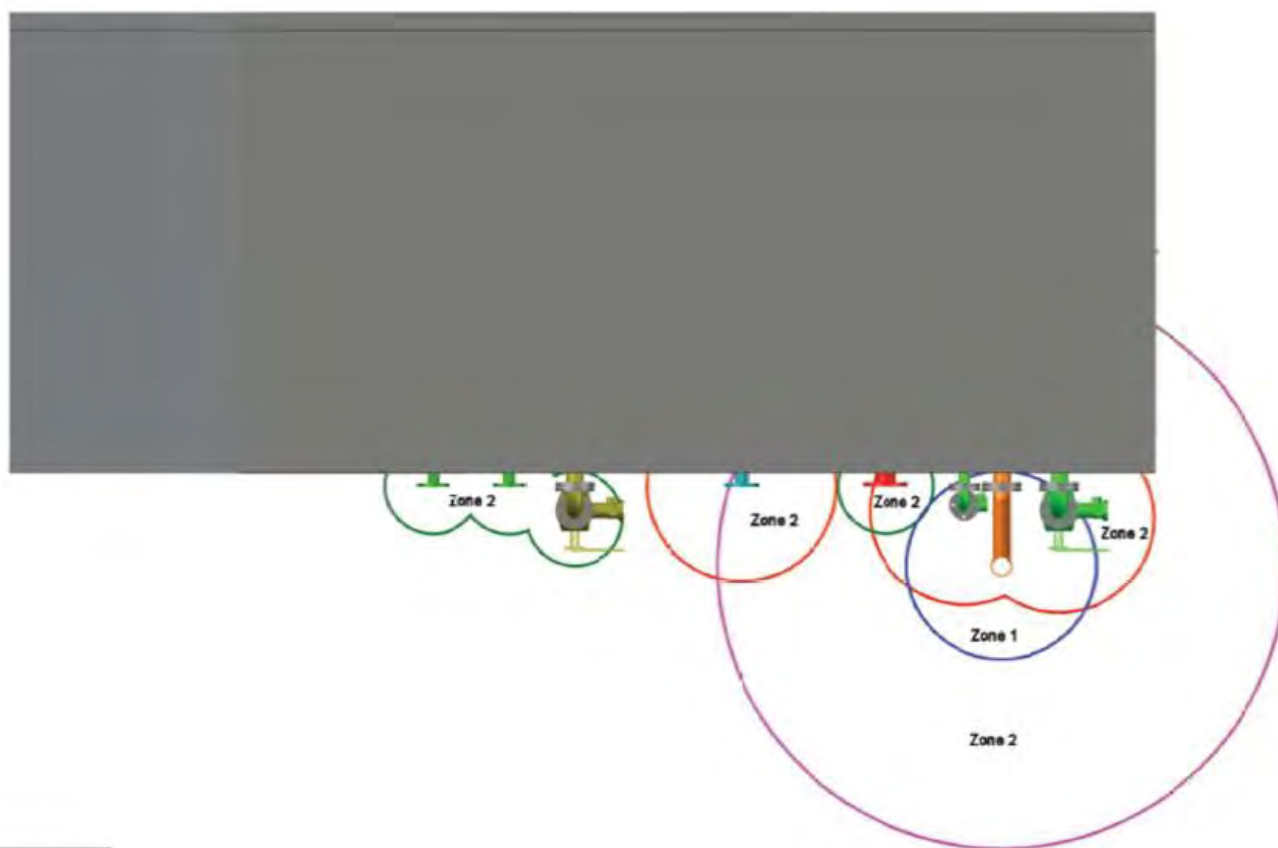
Illustration 8 : Localisation des zones ATEX sur le conteneur de l'unité de purification

LEGENDE	
	Zone 2 - Diamètre 500
	Zone 2 - Diamètre 1000
	Zone 1 - Diamètre 1000
	Zone 2 - Diamètre 3000

NB : le diamètre correspond au diamètre des zones ATEX exprimé en mm.



Conteneur - Vue de côté



Conteneur - Vue de dessus

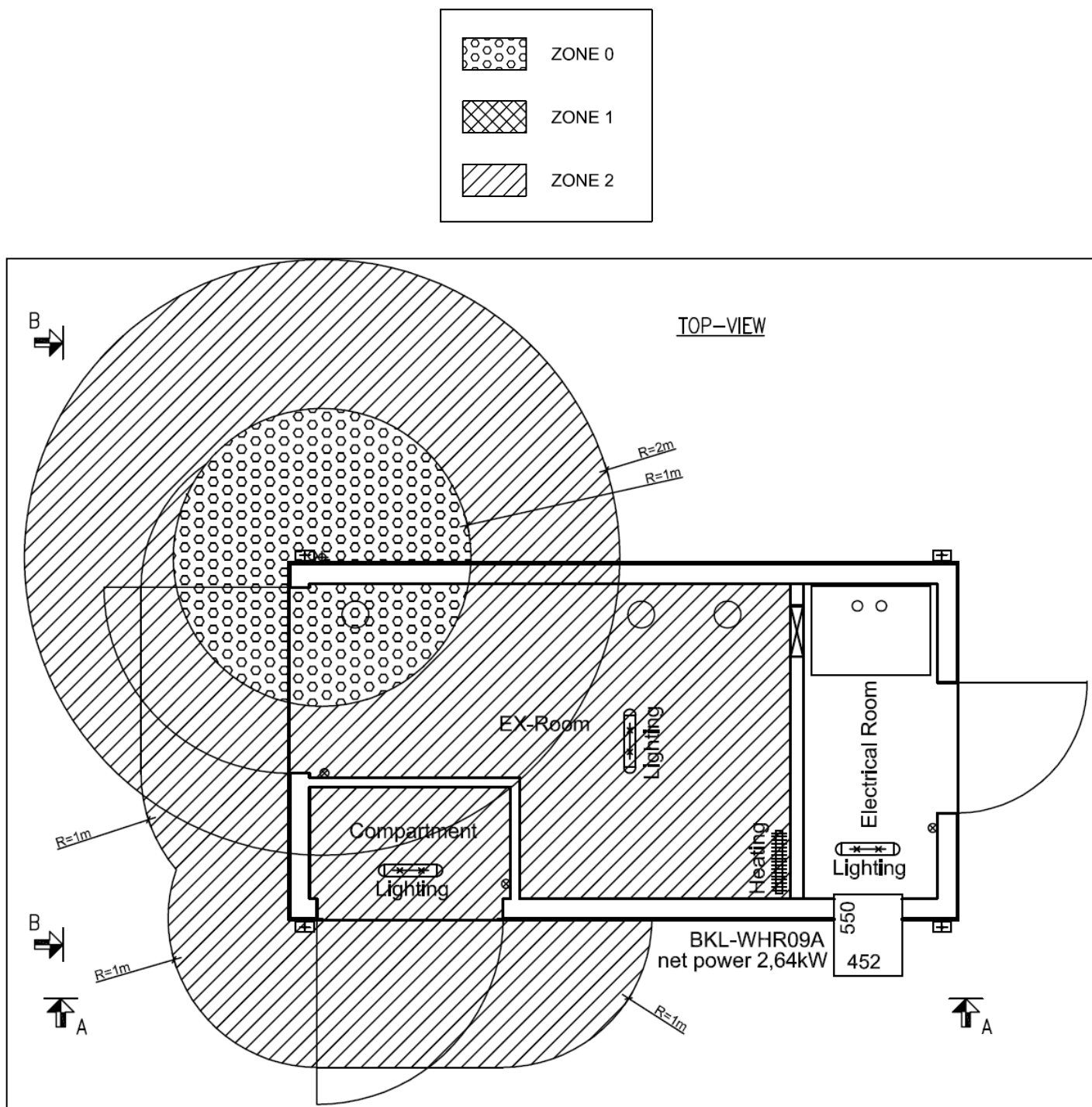
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
mètres ENA

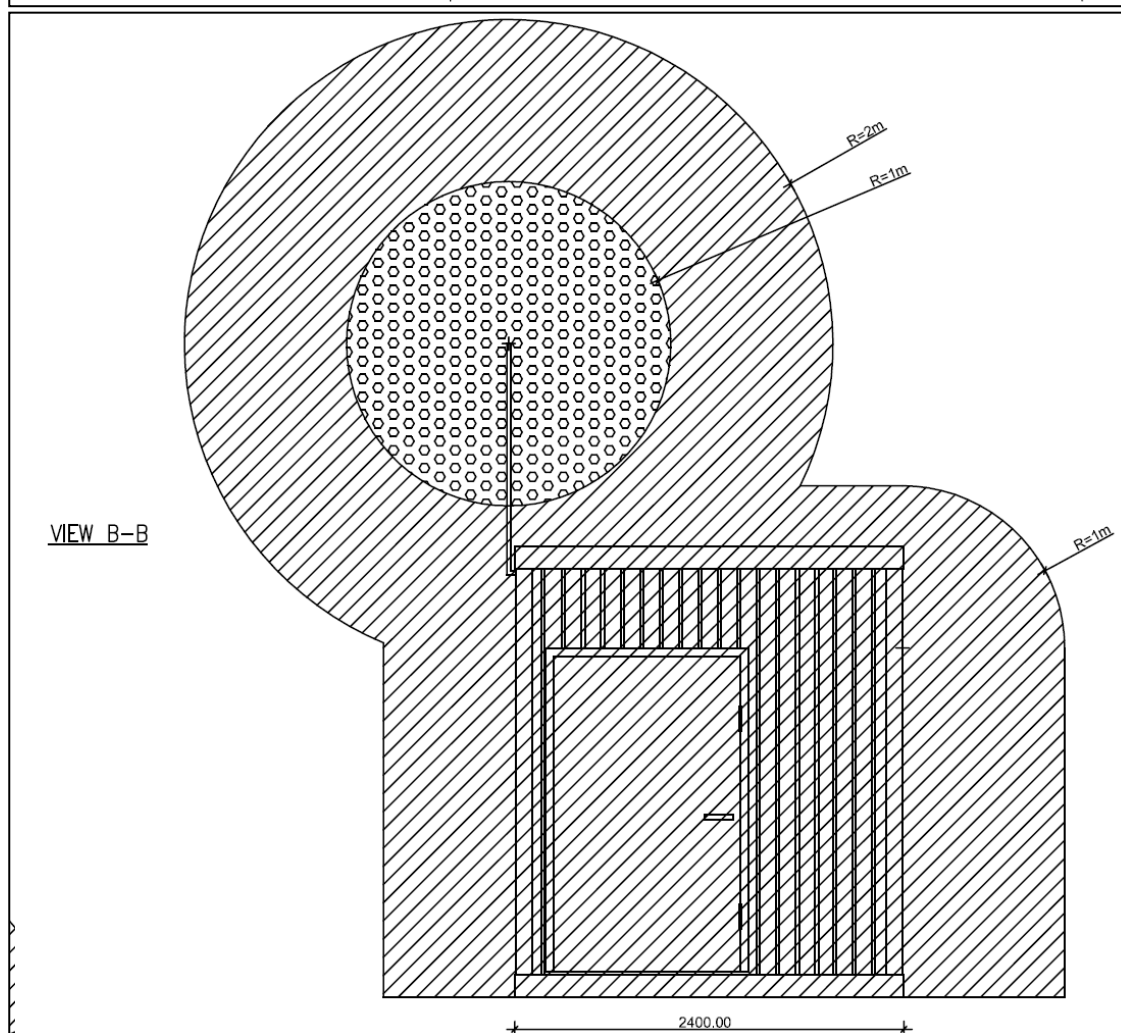
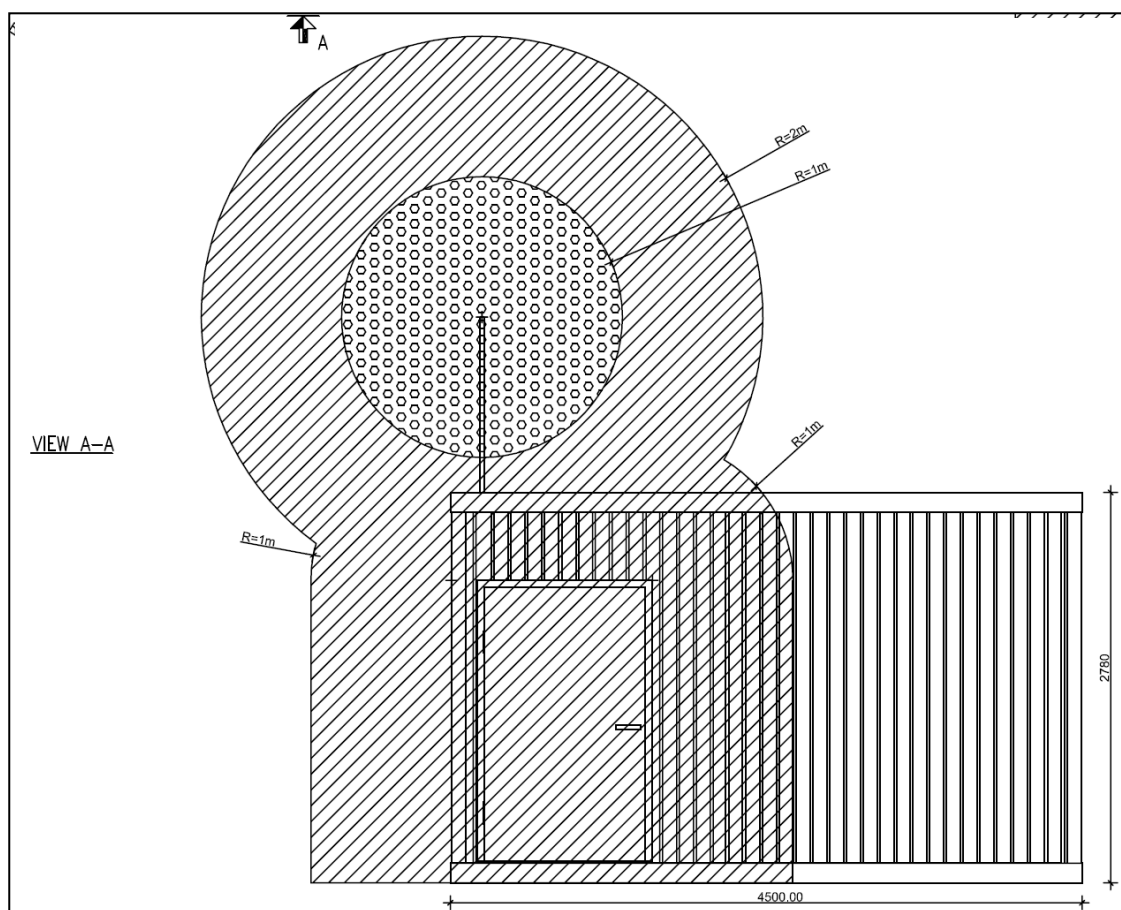
Pour information, le poste d'injection du biométhane, situé en dehors de la limite de propriété du site d'A.M. – ATHIES METHANISATION, comprend des zones ATEX, telles que schématisées sur les schémas suivants.

Les zones ATEX sont au maximum à 2 m du poste d'injection. L'emprise du site de la société A.M. – ATHIES METHANISATION est donc en dehors des zones ATEX du poste d'injection.

Illustration 9 : Localisation des zones ATEX sur le poste d'injection du biométhane

(Source : GRDF)



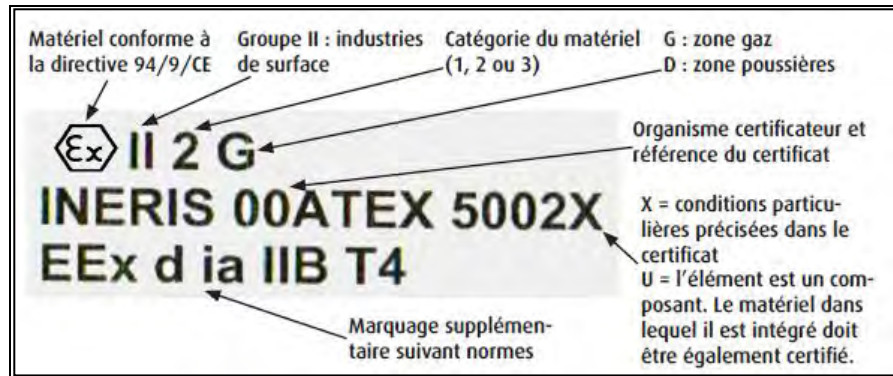


1.1.5. Mesures spécifiques aux zones ATEX

Le matériel installé dans les zones ATEX doit être conforme au décret 96-1010 qui transpose la directive 94/9/CE, c'est-à-dire :

- En zone 0 ou 20, le matériel doit être de catégorie 1,
- En zone 1 ou 21, le matériel doit être de catégorie 2,
- En zone 2 ou 22, le matériel doit être de catégorie 3.

La catégorie doit être mentionnée sur le marquage CE du matériel selon les règles suivantes :



Les zones ATEX présentes sur l'installation seront identifiées et plusieurs panneaux d'interdiction seront mis en évidence.



L'accès à l'intérieur des zones 2 doit être limité et contrôlé par l'exploitant.

1.2. Le risque de surpression

L'augmentation de la pression dans un espace confiné à des valeurs supérieures à la capacité de résistance des matériaux engendre la ruine des équipements. Les parois les plus fragiles se rompent lorsque la contrainte ultime est atteinte. La destruction des équipements s'accompagne de la propagation d'une onde de pression aérienne, de la projection des matériaux et de la perte de confinement (libération de gaz ou déversement de matière).

1.3. Le risque d'incendie

1.3.1. Généralités

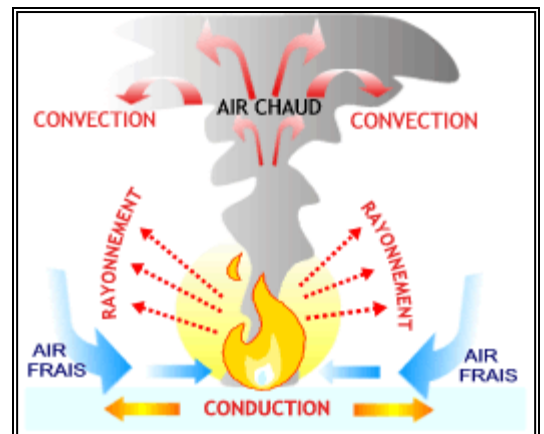


Pour qu'un incendie se déclare, il faut la présence des trois éléments simultanément :

- un combustible,
- un comburant (oxygène de l'air),
- une source d'énergie d'activation.

L'extension du feu s'effectue par transport d'énergie dû (Cf. schéma ci-contre) :

- au **rayonnement** : apport de chaleur aux matériaux voisins du foyer par rayonnement électromagnétique,
- à la **convection** : transfert de chaleur par mouvement ascendant d'air réchauffé (fumées, gaz chauds),
- à la **conduction** : transfert de chaleur au sein d'un même matériau,
- au déplacement de substances déjà en combustion (projections, envol de flammèches).



1.3.2. Feu torche

Un feu torche est provoqué par l'inflammation d'une fuite accidentelle de gaz inflammable (biogaz ou biométhane). Après inflammation du jet, le feu torche s'établit et il en résulte une flamme de diffusion qui peut conduire à une propagation de l'incendie ou provoquer de nouveaux accidents.

1.3.3. Effets d'un incendie

• Effets thermiques

Les flammes ont une température variant de 600 à 1 200°C et à leur contact, les brûlures sont immédiates. Une brûlure peut également survenir en cas de contact avec une surface chaude.

Les feux torches, de par leur forte puissance thermique, peuvent entraîner des effets thermiques dévastateurs, en touchant directement ou non (rayonnement thermique) les personnes.

• Emissions de fumées de combustion

La première cause de décès lors des incendies est due aux fumées et aux gaz. Les dangers sont la température élevée (brûlure par inhalation), la baisse de la teneur en oxygène (asphyxie) et la toxicité des produits de combustion.

• Emissions d'eaux d'extinctions

Les eaux utilisées pour l'extinction d'un incendie sont généralement chargées en éléments dangereux. Une pollution des eaux superficielles est donc à maîtriser (rétention étanche du site et bassin de rétention des eaux d'incendie).

1.4. Le risque de dispersion toxique

D'après la nature et la quantité des substances composant le biogaz, le risque toxique accidentel provient principalement de la présence d'hydrogène sulfuré. Le risque d'anoxie est aussi à considérer en espace confiné. Les seuils de toxicité des principaux composants du biogaz sont rappelés ci-dessous :

Substance	Concentration (ppm)	Valeurs toxicologiques de références retenues
H ₂ S	320	SEI – 1 min
CO	1 200	IDHL
CO ₂	40 000	IDHL

La teneur en hydrogène sulfuré dans le biométhane est très faible (inférieure à 5 mg/m³ soit 3,5 ppm) et ne constitue pas un risque toxique. Néanmoins, le risque d'anoxie est à considérer en espace confiné.

1.5. Le risque de déversement de matières/substances dans le milieu

D'après les caractéristiques des substrats et du digestat, le déversement de matières dans le milieu aurait pour conséquence une pollution accidentelle par apport massif d'éléments nutritifs et/ou une pollution accidentelle microbienne. Les éléments nutritifs tels que l'azote participe à l'eutrophisation des cours d'eau.

Un déversement de matières dans le milieu peut avoir comme origine la ruine d'une cuve de stockage qui engendre un épandage en dehors des aires bétonnées par effet vague.

2. Tableau d'analyse des risques

Le tableau de la page suivante vise à faire l'inventaire des risques liés aux activités de la société A.M. - ATHIES METHANISATION. Il a été conçu en concertation avec les constructeurs et l'exploitant.

Cet inventaire des risques est réalisé au niveau des différents éléments de l'installation, à savoir :

- la réception des matières premières (silos-couloirs, cuves, stockage dans la fosse),
- la méthanisation (anneau d'hydrolyse, digesteurs et post-digesteur, gazomètres),
- le transport des matières (système de pompage des matières, canalisations),
- les canalisations transportant le biogaz,
- les canalisations transportant le biométhane,
- le traitement du digestat (séparation de phase),
- le stockage du digestat solide et liquide,
- la chaudière biogaz,
- la torchère,
- l'unité de purification du biogaz en biométhane,
- le poste d'injection du biométhane.

L'analyse des risques au niveau de ces éléments permet d'identifier l'ensemble des phénomènes dangereux qui peuvent être rencontrés, de les localiser et de mettre en évidence les mesures préventives à mettre en place. Les phénomènes dangereux rencontrés sont :

- Explosion à l'air libre UVCE,
- Explosion en espace confiné VCE,
- Dégagement toxique H_2S ,
- Déversement de matières,
- Feu torche,
- Incendie.

Sur la base du retour d'expérience, de l'accidentologie et des spécificités des installations, les scénarios d'accident majeurs sont mis en évidence. Ce sont ces scénarios qui seront étudiés plus en détails dans la suite de l'étude. Ils sont représentatifs des situations accidentelles majeures pour le site. Le rapport de l'INERIS DRA-09-101660-12814A « Scénarios accidentels et modélisation des distances d'effets associés pour des installations de méthanisation de taille agricole et industrielles » a été utilisé pour guider le choix des scénarios retenus.

	Particularités de l'installation	Phénomène redouté	Causes	Phénomènes dangereux	Milieu impacté	Mesures mises en place	Analyse	Scénario retenu ?
Réception des matières premières	Réception intrants et stockage sur dalle, dans des silos couloirs ou dans des cuves	Apport de matières indésirables et passage dans le procédé	Mauvais contrôle des intrants Non respect du cahier des charges	DEVERSEMENT DE MATIERES	Eau Sol	• Cahiers des charges à respecter par le fournisseur : une procédure de refus et de retour au fournisseur est mise en place en cas de présence d'indésirables dans les intrants. • Contrôle des matières lors de leur réception sur le site par le personnel, • Site sur rétention étanche, • Séparation de la phase d'hydrolyse dans le procédé : les matières indésirables se retrouvent dans l'anneau d'hydrolyse mais ne sont pas transférées aux digesteurs.	Le déversement massif de matières des substrats peut provoquer une pollution du sol et des eaux. Des dysfonctionnements ont été observés sur des installations de méthanisation similaires. Néanmoins, les effets sur la santé des populations seraient limités (faible toxicité des substances) et la pollution des captages d'eau est très peu probable de par leur éloignement du site (site non présent dans les périmètres de protection des captages). De plus, les quantités d'intrants stockées sont relativement faibles en comparaison des matières en cours de fermentation. En conséquence, le déversement des intrants n'est pas retenu comme scénario majeur.	NON
		Déversement de matières en dehors des stockages	Sur-remplissage Fissuration de la fosse Rupture d'un tuyau de transfert Epanchage accidentel			• Contrôle du débit d'entrée et de sortie, • Maintenance des équipements, • Aires de dépotage et d'empotage spécifiques avec récupération des épandages accidentels, • Site sur rétention étanche, • Voirie maintenue propre.		
	Réception intrants et stockage sur dalle, dans des silos couloirs ou dans des cuves	Formation d'une zone ATEX à l'intérieur des stocks	Fermentation naturelle non contrôlée	EXPLOSION VCE (confiné)	Humain Eau Sol Air	• Les durées de stockages sont réduites et ne laissent pas le temps à la mise en place des conditions anaérobies, • Les matières sont agitées/retournées, • Le stockage des intrants solides se fait à l'extérieur, • La réception des matières se fait en extérieur (ventilation naturelle), • Détecteurs de méthane.	Les conditions d'exploitation ne sont pas favorables à l'établissement d'une fermentation non contrôlée dans les stockages. Les détecteurs de CH₄ sont présents au nombre de 2 (redondant). Le premier seuil de détection est à 10% de la LIE. Si ce seuil est atteint, une première alarme se déclenche. Le second seuil de détection est à 20% de la LIE. Il est également asservi à une alarme. Ces alarmes indiquent à l'opérateur de retourner les matières pour arrêter la fermentation anaérobie. Les alarmes seront asservies sur un dispositif lumineux qui permettra de prévenir les opérateurs en cas de danger. Les détecteurs de méthane permettent de prévenir la formation d'une zone ATEX (détection avant la LIE) afin de corriger les conditions de stockage pour stopper une fermentation non contrôlée. Ce scénario n'est pas majeur pour l'explosion en espace confiné. Il n'est pas retenu pour la suite de l'étude.	NON
		Formation d'H ₂ S	Fermentation naturelle non contrôlée	DEGAGEMENT TOXIQUE	Humain Air	• Les durées de stockages sont réduites et ne laissent pas le temps à la mise en place des conditions anaérobies, • Le transfert des intrants liquides dans les cuves fermées est réalisé par raccord pompier (pas d'émissions), • Détecteurs d'H₂S.	Les conditions d'exploitation ne sont pas favorables à l'établissement d'une fermentation non contrôlée dans les stockages, et donc à la production de biogaz contenant de l'H₂S. Les détecteurs d'H₂S permettent de prévenir toute intoxication. Ils sont au nombre de 2 (redondant) et déclenchent des alarmes selon 2 seuils : un premier seuil à 10 ppm et un second seuil à 20 ppm. Les alarmes seront asservies sur un dispositif lumineux qui permettra de prévenir les opérateurs en cas de danger.	NON
		Incompatibilité chimique entre les matières	Mauvais contrôle des intrants			• Contrôle des intrants, respect du cahier des charges, • Pas de modification des intrants sans vérification préalable de compatibilité, • Absence d'incompatibilité entre les intrants autorisés, • EPI (équipement de protection individuelle).	Ce scénario n'est pas majeur pour le dégagement toxique. Il n'est pas retenu pour la suite de l'étude.	

	Particularités de l'installation	Phénomène redouté	Causes	Phénomènes dangereux	Milieu impacté	Mesures mises en place	Analyse	Scénario retenu ?
	Stockage en silos des issues de céréales, menue paille, tiges de colza, cannes de maïs, rafle de maïs.	Départ de feu	Présence d'une source d'ignition Effets d'un premier accident	INCENDIE	Humain Eau Air Sol	- Extincteurs, réserve d'eau incendie, - Détecteurs incendie, - Dispositifs d'affichage : interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue, d'entrer sans motif de service...	Ce risque concerne principalement les issues de céréales, le menue paille, les rafles de maïs et les tiges de colza, intrants végétaux présentant les taux d'humidité les plus faibles (potentiellement facilement inflammable). Les quantités stockées sous toiture sont relativement importantes (2 268 m³) et le stockage est positionné à proximité des limites de propriété. Ce scénario est donc retenu comme scénario majeur pour l'incendie.	OUI Scénario 9 : Incendie du stockage de matières végétales
Méthanisation	Anneau d'hydrolyse en béton de 791 m³ (milieu aérobie)	Formation d'une zone ATEX à l'air libre (ouvertures sur l'anneau)	Conditions opératoires non contrôlées engendrant un milieu anaérobie et à pH 8, favorable aux bactéries méthanogène	EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	Humain Eau Sol Air	- Aération contrôlée par extraction d'air (la cuve est ouverte par des fentes), - Mesure en continu de l'O₂ et du pH, - Agitation des matières, - Système de contrôle des paramètres opératoires (automatisation).	Le procédé Biogaz Plus a été conçu de manière à avoir un milieu aérobie et à pH 5-6 pour favoriser les bactéries d'hydrolyse. Les conditions opératoires ne permettent donc pas une fermentation anaérobie. Le système de contrôle du procédé permet d'éviter ce phénomène. Ce scénario n'est pas retenu comme majeur dans la suite de l'étude.	NON
		Déversement de matières	Sur-remplissage Fissuration de la cuve	DEVERSEMENT DE MATIERES	Eau Sol	- Contrôle du débit d'entrée et de sortie, - Jauges de niveau pour maintenir un espace d'environ 50 cm non rempli en haut de cuve, - Maintenance des équipements, - Cuve positionnée dans une zone de rétention.	Les quantités mises en jeu dans l'anneau d'hydrolyse ne justifient pas à elles seules de retenir ce scénario. Les risques de pollution sont faibles.	NON
	2 digesteurs (1 923 m³, 3 620 m³) et 1 post-digesteur (3 620 m³) chacun équipés d'une double membrane souple permettant le stockage de 3 700 m³ de biogaz au total	Formation d'une zone ATEX à l'intérieur des digesteurs ou du post-digesteur	Entrée d'air lors de la maintenance (ouverture du digesteur) Entrée d'air par la soupape de sécurité (dépression interne ou défaillance)	EXPLOSION VCE (confiné)	Humain Eau Sol Air	- Dispositifs d'affichage : interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue, d'entrer sans motif de service..., - Identification des zones ATEX, - Procédure de maintenance fournie par le constructeur, - Maintenance réalisée par des professionnels spécialisés (détection de biogaz avant intervention, utilisation de matériel ATEX, ...), - Maintenance et vérification périodique des soupapes, - Soupapes munies d'un dispositif antigel, - Capteur de basse pression pour stopper la consommation en gaz (éviter la formation du vide dans le digesteur) et capteur de pression haute - Inertage du ciel gazeux à l'azote avant maintenance, - La double membrane forme un événement d'explosion, - Site sur rétention étanche, - EPI.	L'ATEX peut se former en fonctionnement normal ou en fonctionnement à vide (lors de la maintenance). Le volume mis en jeu est supérieur dans le cas des digesteurs/post-digesteur à vide. Les effets sont donc plus importants lors d'un fonctionnement à vide que lors d'un fonctionnement normal (comme cela a pu être observé dans la rapport de l'INERIS). Le scénario majeur est donc l'explosion interne lors d'un fonctionnement à vide. La maintenance est une cause d'accident mise en évidence dans l'accidentologie. Ce scénario est retenu comme majeur.	OUI Scénario 1 : Explosion VCE dans les digesteurs et post-digesteur en fonctionnement à vide

	Particularités de l'installation	Phénomène redouté	Causes	Phénomènes dangereux	Milieu impacté	Mesures mises en place	Analyse	Scénario retenu ?
Méthanisation		Perte d'étanchéité de la membrane et formation d'une ATEX dans l'espace intermembranaire	Usure, corrosion, poinçonnement			• Matériel ATEX, • Mesure de l'O₂ en continu dans les gaz de sortie, • Ventilation permanente de l'espace intermembranaire, • Soupapes avec dispositif antigel, • Absence de toit et donc d'espace supérieur confiné, • Maintenance et contrôle régulier de la double membrane.	La mesure d'O₂ est réalisée dans le cadre du procédé : la réaction de méthanisation se déroule en milieu anaérobie (sans O₂), la détection d'O₂ dans les gaz de sortie révèle une défaillance dans l'étanchéité des digesteurs et du post-digester. Le biogaz est analysé en continu dont le paramètre O₂, pour la supervision de l'unité. Les analyseurs sont au moins au nombre de 2 (redondance). Le seuil de détection est la limite de détecteur du matériel. Encas d'O₂ détecté au dessus seuil de détection, une alarme se déclenche. Une alerte est envoyée à l'exploitant (envoi d'un SMS). La ventilation de l'espace intermembranaire est stoppée. Une procédure de vérification de l'étanchéité de la membrane est lancée et un inertage à l'azote de l'espace membranaire est réalisé au besoin. L'ATEX formée en espace membranaire ne représente qu'un faible volume en comparaison avec le volume total des cuves. Ce scénario n'est pas majeur par rapport au précédent. Il n'est pas retenu.	NON
		Formation d'une zone ATEX à l'air libre par perforation de la double membrane	Usure, corrosion, poinçonnement, collision	EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	Humain Eau Sol Air	• Les gazomètres sont munis d'une double membrane, la membrane intérieure en PELD et la membrane extérieur en PVC avec une protection aux UV, • Membrane supérieure résistante aux chocs et perforations, • Maintenance et contrôle régulier de la double membrane.	Les quantités de biogaz contenues dans les gazomètres peuvent engendrer d'importantes ATEX lors de leur libération dans l'atmosphère. Ainsi, conformément au rapport de l'INERIS, l'explosion à l'air libre suite à la ruine des gazomètres est retenue.	OUI Scénario 5 : Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres
		Formation d'une zone ATEX à l'air libre par envol de la double membrane	Mauvaise fixation, vent fort			• La double membrane est fixée aux parois par un système de boulons, conçu pour résister aux intempéries, • Maintenance et contrôle régulier du système de fixation, • Système de fixation adapté aux conditions météorologiques locales.		
		Formation d'une zone ATEX à l'air libre par ruine des gazomètres	Surpression interne			• Capteur de pression avec détection pression haute, • Soupapes avec dispositif antigel, • Maintenance.		
		Ruine des gazomètres	Surpression interne	DEGAGEMENT TOXIQUE	Humain Air	• Capteur de pression avec détection pression haute, • Soupapes avec dispositif antigel, • Maintenance, • Ajout d'hydroxyde de fer pour réduire la teneur en H₂S dans le biogaz brut (200 ppm).	Le biogaz brut stocké dans les gazomètres contient de l'H ₂ S (teneur de 200 ppm grâce à l'ajout d'hydroxyde de fer). La libération du biogaz non épuré dans l'atmosphère représente un risque d'intoxication. Ce scénario est identifié dans l'accidentologie. Ce scénario est retenu.	OUI Scénario 12 : Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres

	Particularités de l'installation	Phénomène redouté	Causes	Phénomènes dangereux	Milieu impacté	Mesures mises en place	Analyse	Scénario retenu ?
Méthanisation		Ruine des digesteurs ou du post-digesteur	Usure, défaut de construction Surpression interne (Bouchage des canalisations en sortie, Soupape défectueuse, Arrêt du brassage et formation d'une croûte en surface)	DEVERSEMENT DE MATIERES	Eau Sol	- Soupapes avec dispositif antigel et avec plan de maintenance, - Capteur de pression avec détection pression haute, - La double membrane forme un évent d'explosion, - Agitation.	La ruine des digesteurs et du post-digesteur peut engendrer un épandage de matières à l'extérieur de la zone de rétention par effet vague. Les quantités impliquées et le potentiel effet vague justifie de retenir ce scénario d'accident.	OUI Scénario 15 : Déversement de matières suite à la ruine des digesteurs/post-digesteur
		Vidange des digesteurs ou post-digesteur	Malveillance ou défaillance de la vanne			- Verrouillage de la vanne, - Affichage et procédure d'ouverture de la vanne, - Maintenance, - Site sur rétention étanche.	Les matières seraient contenues dans le site de rétention. Ce scénario n'est pas retenu.	NON
		Débordement des digesteurs ou post-digesteur avec possible rupture de la membrane	Sur-remplissage (bouchage canalisation, débit d'entrée trop important)			- Mesure du niveau des débits d'entrée et de sortie avec l'asservissement à l'introduction d'intrants, - Site sur rétention étanche.	Les matières seraient contenues dans le site de rétention. Ce scénario n'est pas retenu.	NON
Transport des matières (intrants et matières en cours de fermentation, digestat)	Système de pompage (citerne pression-vide de 6,6 m³, pression de -0,5 à 1,5 bar)	Ruine de la citerne	Surpression (bouchage canalisations, défaillance contrôle de la pression) Dépression (défaillance de la pompe à vide)	DEVERSEMENT DE MATIERES	Eau Sol	- Système d'automatisation, - Capteurs de pression haute et basse, - Citerne localisée dans le local dans la zone de rétention.	La quantité de matières contenue dans la citerne est faible. De plus, la citerne se situe dans un local au sein de l'aire étanche. Le déversement de matières à l'extérieur du site étanche ne semble pas réaliste. Ce scénario n'est pas retenu.	NON
	Canalisations en PEHD (diamètre 300 mm)	Rupture d'une canalisation	Agression externe, travaux Erreur opératoire Perte d'étanchéité		Eau Sol	- Site sur rétention étanche, - Canalisations en PEHD, - Vanne de coupure, - Essais préalables, - Capteur de pression permettant de détecter une chute de pression anormale dans la canalisation.	La rupture d'une canalisation n'est pas susceptible d'engendrer un déversement massif en dehors de la zone de rétention (canalisations enterrées hors zone rétention). Ce scénario n'est pas retenu.	NON
Canalisations transportant le biogaz	Canalisations en PEHD (diamètre 300)	Rupture guillotine sur une canalisation à l'extérieur	Agression externe, travaux Erreur opératoire Perte d'étanchéité	EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	Humain Eau Sol Air	- Canalisations majoritairement enterrées, - Consignes de travaux, - Pressostat, - Instrumentation ATEX, - Maintenance préventive, - Canalisations en PEHD, - Manchons antivibratiles, - Vannes de coupure automatique, - Consignes d'intervention par point chaud, - Ajout d'hydroxyde de fer pour réduire la teneur en H₂S dans le biogaz brut (200 ppm).	Le biogaz étant sous pression dans les canalisations, une rupture guillotine engendre le rejet de biogaz sous forme de jet. Les caractéristiques du biogaz permettent la formation d'une zone ATEX, d'un feu torche ou d'un dégagement toxique. Les effets d'une rupture guillotine sont étudiés dans le rapport de l'INERIS. Les scénarios consécutifs à la rupture d'une canalisation de biogaz à l'extérieur sont donc retenus (explosion, feu torche, dégagement toxique).	OUI Scenario 6 : Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
				FEU TORCHE	Humain Eau Air Sol			OUI Scénario 10 : Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz

	Particularités de l'installation	Phénomène redouté	Causes	Phénomènes dangereux	Milieu impacté	Mesures mises en place	Analyse	Scénario retenu ?
Canalisations transportant le biogaz	Canalisations en PEHD (diamètre 300)	Rupture guillotine sur une canalisation à l'extérieur	Agression externe, travaux Erreur opératoire Perte d'étanchéité	DEGAGEMENT TOXIQUE	Air Humain			OUI Scénario 13 : Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
		Rupture guillotine en espace confiné	Agression externe, travaux Erreur opératoire Perte d'étanchéité	EXPLOSION VCE (confiné)	Humain Eau Air Sol		La rupture d'une canalisation de biogaz à l'intérieur d'un espace confiné se distingue d'une canalisation extérieure par l'explosion. L'explosion en espace confiné (local chaudière) suite à une rupture de canalisation de biogaz est traitée dans la partie chaudière. La rupture de canalisation est une cause de formation d'ATEX à l'intérieur du local.	NON
Canalisations transportant le biométhane	Canalisations en acier (diamètre 100 à 150)	Rupture guillotine sur une canalisation à l'extérieur	Agression externe, travaux Erreur opératoire Perte d'étanchéité	EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	Humain Eau Sol Air	• Canalisations majoritairement enterrées, • Consignes de travaux, • Pressostat, • Instrumentation ATEX, • Maintenance préventive, • Canalisations en acier inoxydable, • Manchons antivibratiles, • Vannes de coupure automatique, • Consignes d'intervention par point chaud.	Le biométhane étant sous pression dans les canalisations, une rupture guillotine engendre le rejet de biométhane sous forme de jet. Les caractéristiques du biométhane permettent la formation d'une zone ATEX et d'un feu torche. Le dégagment toxique n'est pas retenu car très faible). Les effets d'une rupture guillotine sont étudiés dans le rapport de l'INERIS. Les scénarios consécutifs à la rupture d'une canalisation de biométhane à l'extérieur sont donc retenus (explosion, feu torche) et distinguer de la rupture d'une canalisation de biogaz puisque les pressions de service et le type de canalisation sont différents.	OUI Scenario 7 : Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane
				FEU TORCHE	Humain Eau Air Sol			OUI Scénario 11 : Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane
				DEGAGEMENT TOXIQUE	Air Humain			NON
		Rupture guillotine en espace confiné	Agression externe, travaux Erreur opératoire Perte d'étanchéité	EXPLOSION VCE (confiné)	Humain Eau Air Sol		La rupture d'une canalisation de biométhane à l'intérieur d'un espace confiné se distingue d'une canalisation extérieure par l'explosion. L'explosion en espace confiné (conteneur de l'unité de purification) suite à une rupture de canalisation de biométhane est traitée dans la partie unité de purification. La rupture de canalisation est une cause de formation d'ATEX à l'intérieur du conteneur.	NON

	Particularités de l'installation	Phénomène redouté	Causes	Phénomènes dangereux	Milieu impacté	Mesures mises en place	Analyse	Scénario retenu ?
Traitement du digestat	Préfosse tampon du digestat brut	Ruine de la fosse	Surpression (bouchage canalisations) Agression externe, travaux Erreur opératoire Perte d'étanchéité	DEVERSEMENT DE MATIERES	Eau Sol	- Capteur de niveau, - Vanne de coupure, - Maintenance, - Site sur aire étanche.	La fosse tampon se situe au niveau de l'aire de rétention. Les volumes en jeu ne permettent pas un débordement en dehors de la zone de rétention. Le scénario n'est pas retenu.	NON
	Séparation de phase (presse à vis)	Formation de microzones ATEX lors de la compression pour la séparation de phase	Substrat trop riche en biogaz, colmatage	EXPLOSION VCE (confiné)	Humain Eau Air Sol	- Automatisation de l'alimentation, - Temps de séjour longs (65 jours dans digesteurs).	Le procédé de méthanisation a été dimensionné pour permettre la récupération d'un maximum de biogaz. En conséquence, la phase d'hydrolyse est séparée pour assurer la dégradation optimale de la matière et les temps de séjours dans les digesteurs et le post-digesteur sont longs. Il n'y aura donc pas de production de biogaz au niveau de la séparation de phase.	NON
Stockage du digestat liquide et solide	Stockage à l'air libre (100 m³) sur zone bétonnée pour le digestat solide	Déversement de matières en dehors des stockages	Epandage accidentel	DEVERSEMENT DE MATIERES	Eau Sol	- Collecte des jus de stockage avec renvoi vers le stockage du digestat liquide, - Aire bétonnée, - Aire de d'empotage spécifique, - Voirie maintenue propre, - Stockage temporaire avant épandage.	Le stockage du digestat solide ne représente pas un risque de déversement en dehors des aires étanche de par sa nature solide et le faible volume de stockage. Ce scénario n'est pas retenu.	NON
	Stockage dans une cuve de 3 620 m³ pour le digestat liquide	Ruine de la cuve	Sur-remplissage Fissuration de la cuve			- Transfert par tuyau avec raccord pompier, - Aire de d'empotage spécifique, - Stockage temporaire avant épandage, - Cuve positionnée dans l'aire étanche.	La ruine de la cuve de stockage peut engendrer un épandage de matières à l'extérieur de la zone de rétention par effet vague. Les quantités impliquées et le potentiel effet vague justifie de retenir ce scénario d'accident. Il est étudié avec le scénario « Déversement de matières suite à la ruine des digesteurs/post-digesteur ».	OUI
Chaudière biogaz	Chaudière au biogaz de 700 kW placé dans un local	Formation d'une zone ATEX dans le local	Rupture de canalisation d'alimentation en biogaz (agression externe, corrosion, erreur de maintenance...) Fuite au niveau du brûleur	EXPLOSION VCE (confiné)	Humain Eau Air Sol	- Pressostat, - Ventilation forcée dans le local, - Raccords souples anti-vibrations, - Détection CH₄, - Canalisations en PEHD, - Instrumentation ATEX, - Arrêt d'urgence, - Maintenance préventive, - Ajout d'hydroxyde de fer pour réduire la teneur en H₂S dans le biogaz brut (200 ppm).	La rupture guillotine d'une canalisation de biogaz en espace confiné engendre la formation d'une zone ATEX. La présence de la chaudière représente une source d'inflammation. Ce scénario est étudié dans le rapport de l'INERIS. Ce scénario est retenu.	OUI Scénario 2 : Explosion VCE dans le local chaudière
		Emission de biogaz dans un espace confiné		DEGAGEMENT TOXIQUE	Air Humain		Le dégagement toxique lié à la rupture guillotine de biogaz en espace confiné n'est pas retenu car ce n'est pas le scénario majorant. La chaudière est alimentée par du biogaz non épuré mais prétraité par l'ajout d'hydroxyde de fer (la teneur en H ₂ S sera de 200 ppm dans le biogaz). Les effets toxiques sont étudiés pour la rupture guillotine à l'extérieur (distance majorantes).	NON
Torchère	Puissance de 3,5 MW	Sortie de biogaz imbrûlé	Arrêt du brûleur avec continuité d'admission du gaz Dysfonctionnements	EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	Humain Eau Air Sol	- Détecteur de flamme, - Torchère placée loin de tout passage, - Ventilation avant rallumage ou arrêt de la torchère, - Dispositif anti-retour de flamme.	La torchère est un équipement de sécurité qui peut être à l'origine d'un dégagement de biogaz en cas de dysfonctionnement. Le débit de biogaz spécifique à la torchère est à prendre en compte de manière distincte des canalisations. Ainsi, l'explosion et le dégagement toxique sont des scénarios à étudier.	OUI Scénario 8 : Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère
				DEGAGEMENT TOXIQUE	Air Humain			OUI Scénario 14 : Dégagement toxique suite à un dysfonctionnement de la torchère

	Particularités de l'installation	Phénomène redouté	Causes	Phénomènes dangereux	Milieu impacté	Mesures mises en place	Analyse	Scénario retenu ?
Unité de purification du biogaz	Epuration du biogaz en biométhane par séchage et surpression, traitement par charbon actif, épuration membranaire et compression	Rejet de biogaz à l'extérieur	Rupture (agression externe, travaux) Equipement défaillant (usure corrosion) engendrant une perte d'étanchéité	EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	Humain Eau Air Sol	- Consignes de travaux, - Pressostat, - Maintenance préventive, - Canalisations en acier inoxydable, - Manchons antivibratiles, - Vannes de coupure automatique, - Consignes d'intervention par point chaud, - Instrumentation ATEX. - Ventilation haute/basse du conteneur, - Détecteur CH₄ et H₂S.	Les équipements contenant du biogaz et situés à l'extérieur sont le sécheur, les cuves de charbon actif, les canalisations de biogaz en cours d'épuration aériennes reliant les équipements.	Etudiés à travers les scénarios de rupture guillotine de canalisations
				FEU TORCHE	Humain Eau Air Sol		Le dégagement toxique n'est pas un phénomène dangereux retenu à ce niveau, les effets toxiques du rejet à l'extérieur du biogaz suite à une rupture guillotine étant majorants (teneur en H ₂ S supérieure)	
				DEGAGEMENT TOXIQUE	Air Humain		Le feu torche et l'explosion UVCE sont étudiés à travers la rupture guillotine sur une canalisation de biométhane (scénario majeur compte tenu de la pression du biométhane).	
		Rejet de biogaz en espace confiné (dans le conteneur)		EXPLOSION VCE (confiné)	Humain Eau Sol Air		Il n'est pas retenu de scénario spécifique de rejet à l'extérieur sur l'unité de purification. Le conteneur de l'unité de purification représente un espace confiné où une ATEX peut se former. En conséquence, ce scénario est retenu.	OUI Scénario 3 : Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification
Poste d'injection du biométhane	Conteneur d'environ 10 m²	Dégagement de biométhane	Rupture d'une canalisation	EXPLOSION VCE (confiné)	Humain Eau Sol Air	- Mesure en continu du biométhane, - Maintenance préventive, - Capteurs de pression, - Consignes d'intervention par point chaud, - Instrumentation ATEX, - Ventilation haute/basse du conteneur, - Détecteur CH₄.	Le conteneur du poste d'injection représente un espace confiné où une ATEX peut se former. Bien que le poste d'injection ne fasse pas partie de l'emprise ICPE, ce scénario est retenu pour évaluer les effets d'un accident sur les équipements du site.	OUI Scénario 4 : Explosion VCE du poste d'injection de biométhane

3. Synthèse des scénarios d'accident

Le tableau d'analyse des risques a permis de mettre en évidence les scénarios d'accidents majeurs synthétisés ci-dessous.

Phénomènes dangereux	Scénario majeur d'accident	
	N°	Désignation
EXPLOSION VCE (en espace confiné)	1	Explosion VCE dans les digesteurs et post-digesteur en fonctionnement à vide
	2	Explosion VCE dans le local chaudière
	3	Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification
	4	Explosion VCE du poste d'injection de biométhane
EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	5	Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres
	6	Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	7	Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane
	8	Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère
INCENDIE	9	Incendie du stockage de matières végétales
	10	Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	11	Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane
DEGAGEMENT TOXIQUE H ₂ S	12	Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres
	13	Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	14	Dégagement toxique suite à un dysfonctionnement de la torchère
DEVERSEMENT DE MATIERES	15	Déversement de matières suite à la ruine des digesteurs/post-digesteur

II. METHODOLOGIES ET SEUILS D'EFFETS REGLEMENTAIRES

1. Cotation en probabilité et gravité

Afin d'évaluer les différents dangers identifiés, nous allons déterminer la probabilité d'occurrence et la gravité des phénomènes dangereux identifiés. Pour cela, nous nous basons sur la circulaire du 10 mai 2010 (*récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003*).

Il s'agit d'une grille d'appréciation (dite grille MMR) se subdivisant en 25 cases correspondant à des couples « probabilité » / « gravité des conséquences ». L'échelle d'évaluation de la probabilité et celle de la gravité correspondent à celles définies dans l'arrêté du 29 septembre 2005 et sont rappelées ci-dessous :

Classe de probabilité	Type d'appréciation qualitative
E	« Evénement possible mais extrêmement peu probable » : n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années et d'installations.
D	« Evènement très improbable » : s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité.
C	« Evènement improbable » : un évènement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.
B	« Evènement probable » : s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation.
A	« Evènement courant » : s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation, malgré d'éventuelles mesures correctives.

Niveau de gravité des conséquences	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	Zone délimitée par le seuil des effets létaux	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine
DESASTREUX	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
CATASTROPHIQUE	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
IMPORTANT	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes
SERIEUX	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée.	Moins de 10 personnes exposées
MODERE	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

Pour la détermination de la gravité, les règles de comptage des personnes sont celles définies dans la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010.

La cotation en probabilité et gravité permet de définir trois zones de risque accidentel (Cf. grille suivante) :

- une zone de **risque élevé**,
- une zone de **risque intermédiaire**,
- une zone de **risque moindre**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE					

2. Principes de modélisations

La modélisation des scénarios d'accident est réalisé selon les principes retenus dans :

- le rapport de l'INERIS DRA-09-101660-12814A « Scénarios accidentels et modélisation des distances d'effets associés pour des installations de méthanisation de taille agricole et industrielles »,
- la circulaire du 10 mai 2010 (récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003).

3. Seuils d'effets réglementaires utilisés pour la modélisation des zones d'effets

Les seuils d'effets sont donnés par la réglementation (arrêté du 29 septembre 2005). Ils représentent des valeurs limites d'une grandeur représentative d'un effet sur les personnes, les biens ou l'environnement, correspondant à un niveau d'intensité de l'effet.

Les effets irréversibles sur les personnes correspondent à des blessures dont les victimes garderont des séquelles ultérieures. Les effets létaux correspondent au décès.

Les tableaux suivants récapitulent les effets sur les personnes et sur les structures (INERIS, DRA-09-101660-12814A).

Pour les effets toxiques, l'INERIS a déterminé différents seuils :

- **Seuil des Effets Létaux Significatifs (S.E.L.S)** : concentration, pour une durée d'exposition donnée, au dessus de laquelle on peut observer des premiers effets létaux significatif au sein de la population exposée.
- **Seuil des Premiers Effets Létaux (S.P.E.L.)** : concentration, pour une durée d'exposition donnée, au dessus de laquelle on peut observer des premiers effets létaux au sein de la population exposée.
- **Seuil d'Effets Irréversibles (S.E.I.)** : concentration, pour une durée d'exposition donnée, au dessus de laquelle on peut observer des effets irréversibles au sein de la population exposée.

Remarque : Compte tenu de la cinétique de réalisation de ces phénomènes, de l'énergie libérée et du retour d'expérience, toute personne comprise dans la flamme, quelle que soit la durée d'exposition, est considérée comme exposée à des effets létaux significatifs au sens du titre IV de l'arrêté du 29 septembre 2005.

C'est pourquoi les seuils des effets thermiques sont définis par le rayonnement thermique et non pas par la convection thermique.

Pour les effets de surpression, la distance de la surpression de 20 mbar est prise comme égale à deux fois la distance d'effet obtenue pour une surpression de 50 mbar car il existe des dispersions de modélisation pour les faibles surpressions.

- EFFETS SUR LES PERSONNES :

	Seuils des effets de surpression	Seuils des effets thermiques (pour une exposition de plus d'1 à 2 minutes avec un terme source constant)	Seuils des doses thermiques (pour une exposition courte avec un terme source non constant)	Seuils des effets toxiques*
Effets irréversibles par effets indirects	20 mbar : effets irréversibles par projection de vitres	/	/	/
Dangers significatifs ou effets irréversibles	50 mbar : effets irréversibles par mise en mouvement des individus ou projection de fragments de décoration diverses.	3 kW/m² : effets irréversibles par rayonnement thermique	600 (kW/m²)^(4/3).s : effets irréversibles par rayonnement thermique	Seuil des Effets Irréversibles (SEI) SEI _{10min} (H ₂ S) = 150 ppm SEI _{30min} (H ₂ S) = 100 ppm
Dangers graves ou premiers effets létaux	140 mbar : effets létaux par risque d'écrasement ou de choc de fragments massifs de maçonnerie ou de béton non renforcé	5 kW/m² : premiers effets létaux par rayonnement thermique	1000 (kW/m²)^(4/3).s : premiers effets létaux par rayonnement thermique	Seuil des Effets Létaux (SEL) effets létaux pour 1% de la population exposée SEI _{10min} (H ₂ S) = 688 ppm SEI _{30min} (H ₂ S) = 472 ppm
Dangers très graves ou effets létaux significatifs	200 mbar : effets létaux par effet direct (hémorragie pulmonaire)	8 kW/m² : effets létaux par rayonnement thermique	1800 (kW/m²)^(4/3).s : effets létaux par rayonnement thermique	Seuil des Effets Létaux Significatifs (SELS) effets létaux pour 5% de la population exposée SEI _{10min} (H ₂ S) = 769 ppm SEI _{10min} (H ₂ S) = 526 ppm

- EFFETS SUR LES STRUCTURES :

	Seuils des effets de surpression	Seuils des effets thermiques
Seuil des destructions de vitres significatives (plus de 10% des vitres)	20 mbar	5 kW/m²
Seuil des dégâts légers	50 mbar : Destruction de 75 % des vitres et occasionnelle des cadres de fenêtre	/
Seuil des dégâts graves	140 mbar : Effondrement partiel des murs et tuiles des maisons	8 kW/m²
Seuil des effets dominos	200 mbar : Destruction des murs en parpaings Destruction de plus de 50 % des maisons en briques	8 kW/m²
Seuil d'exposition prolongée et seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton	300 mbar	16 kW/m²
Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et seuil des dégâts très graves sur les structures béton	/	20 kW/m²
Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes	/	200 kW/m²

III. ETUDE DU RISQUE EXPLOSION

1. Description

Le risque d'explosion sur le site du projet est lié à la formation d'une zone ATEX de gaz (le biogaz et le biométhane contenant du méthane). L'explosion n'a lieu que si les proportions de combustible et comburant sont dans le domaine d'explosivité et si une source d'inflammation est présente.

L'explosion VCE a lieu en espace confiné. Dans le cadre du projet, les espaces confinés correspondent aux digesteurs, au post-digester, au local chaudière, au conteneur de l'unité de purification et au local du post d'injection.

L'explosion UVCE se déroule à l'air libre. Elle a lieu suite à la ruine des équipements contenant du biogaz ou biométhane ou lors d'une fuite sur une canalisation.

Une modélisation des zones d'effets est réalisée pour chacun de ces scénarios suivants.

Phénomènes dangereux	Scénario majeur d'accident	
	N°	Désignation
EXPLOSION VCE (en espace confiné)	1	Explosion VCE dans les digesteurs et post-digester en fonctionnement à vide
	2	Explosion VCE dans le local chaudière
	3	Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification
	4	Explosion VCE du poste d'injection de biométhane
EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	5	Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres
	6	Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	7	Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane
	8	Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère

2. Modélisation du scénario n°1 « Explosion VCE dans les digesteurs et post-digesteurs en fonctionnement à vide »

2.1. Données d'entrée et hypothèses

Il est considéré la formation d'une ATEX à la stœchiométrie d'un mélange d'air et de biogaz dans les digesteurs et le post-digester à vide. Il s'agit d'un scénario majorant puisque dans cette situation, le volume de l'ATEX est maximal.

Les volumes à considérer sont donc :

- Volume digesteur 1 : $1\,923\text{ m}^3$ utile + 800 m^3 gazomètre = $2\,723\text{ m}^3$;
- Volume digesteur 2 : $3\,620\text{ m}^3$ utile + $1\,450\text{ m}^3$ gazomètre = $5\,070\text{ m}^3$;
- Volume post-digester : $3\,620\text{ m}^3$ utile + $1\,450\text{ m}^3$ gazomètre = $5\,070\text{ m}^3$.

Les digesteurs et le post-digester se composent de béton et d'une double membrane en toiture. La pression statique d'ouverture de la membrane est de 30 mbar (valeur standard mentionnée par l'INERIS). La hauteur d'explosion est prise à 8,92 m (point haut des gazomètres).

L'explosion dans le digesteur (ou post-digester) éjecte à l'extérieur 75% du volume inflammable initial à travers les parois soufflées. Le nuage formé est fortement turbulent sous l'impulsion de la pression résiduelle de l'explosion primaire. Le digesteur (ou post-digester) devient largement ventilé. Dans ces conditions, les effets de pression sont largement supérieurs à l'extérieur du digesteur qu'à l'intérieur.

C'est pourquoi, conformément au rapport de l'INERIS, en première approche le scénario est assimilé à une explosion à l'air libre. Ainsi, l'évaluation des effets de pression se fait à l'aide de la méthode multi-énergie avec

un indice de violence 4. Il s'agit d'une méthode couramment employée et bien acceptée (Mouilleau et Lechaudel, 1999) pour évaluer les effets d'une explosion de gaz aérienne et qui a été mise au point dans les années 1980 (Van den Berg, 1984).

Les effets thermiques d'une explosion sont mineurs par rapport aux effets de surpression qui eux sont dévastateurs. Par conséquent, seuls les effets de surpression sont modélisés. Ils sont majorants et donc suffisants pour évaluer la gravité du scénario.

2.2. Effets de surpression

Les distances d'effets de surpression obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Les distances sont données à partir du centre de l'explosion et pour une cible située au niveau du sol.

Illustration 10 : Distance d'effets du scénario n°1 « Explosion VCE dans les digesteurs ou le post-digesteur » pour une cible au niveau du sol

(Source : Technisim Consultants)

Explosion de l'ATEX interne à l'équipement			
Seuils de surpression	Digesteur 1	Digesteur 2	Post-digesteur
200 mbar	Non atteint	Non atteint	Non atteint
140 mbar	Non atteint	Non atteint	Non atteint
50 mbar	30,3 m	37,8 m	37,8 m
20 mbar	62,4 m	77,0 m	77,0 m

Le seuil des effets dominos et des effets létaux significatif ne sont pas atteints. Seuls les seuils de 20 et 50 mbar (effets irréversibles) sortent des limites du site et viennent impacter le parking de la société voisine TRANSPORTS PAPIN, la voie ferrée et la parcelle agricole voisine. Il n'y a pas d'effets létaux hors de l'établissement. Il n'y a pas d'effets dominos avec les autres installations de l'unité de méthanisation ni avec les entrepôts des TRANSPORTS PAPIN.

Figure 2 : Effets de surpression pour le scénario n°1
« Explosion VCE dans les digesteurs ou le post-digesteur »



2.3. Cotation en probabilité

L'explosion du digesteur/post-digesteur est un évènement qui a déjà été rencontré dans des installations de méthanisation d'après l'accidentologie.

Sans mise en place de mesures de prévention spécifiques, **la classe de probabilité est C « Evènement improbable ».**

2.4. Cotation en gravité

Le nombre de personnes exposées à chaque zone d'effet pour l'explosion des digesteurs et post-digesteur est déterminé dans le tableau ci-après. Cette détermination se veut **majorante**, la fréquentation des zones étant fortement variable selon les moments de la journée et les périodes de l'année.

La présence des personnes au niveau de la voie ferrée est déterminée selon la méthodologie définie dans la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010. Il faut compter 0,4 personne exposée en permanence par kilomètre et par train). La fréquentation réelle de la voie ferrée est supposée à 10 trains par jour (hypothèse majorante). La voie ferrée est concernée sur une distance inférieure à 250 m. Le nombre de personne exposé est donc inférieur à 1 personne.

Le site se situe en zone d'activité. Il convient donc de prendre en compte le nombre de salarié des entreprises concernées d'après la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010. Le parking de poids lourds de l'entreprise voisine des Transports Papin compte 60 places. Les camions y sont stationnés lorsqu'ils ne sont pas utilisés pour le transport. Les conducteurs ne sont pas présents simultanément sur le parking. Le nombre de personnes exposés est d'environ 8 personnes (présentes simultanément sur le parking).

Pour les terrains non bâtis, il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha selon la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010.

Surpression maximale ΔP	Caractéristiques de la zone	Nombre de personnes potentiellement exposées par zone	Nombre de personnes potentiellement exposées au total
200 mbar Effets létaux significatifs Seuil des effets dominos	Non atteint	0	0
140 mbar Premiers effets létaux Effondrement des murs	Non atteint	0	0
50 mbar Bris de vitre (75%)	Parking des poids lourds des TRANSPORTS PAPIN	8 personnes	< 10 personnes
	Parcelle agricole	< 1 personne	
	Portion de la voie ferrée	< 1 personne	
20 mbar Bris de vitres (10%)	Parking des poids lourds des TRANSPORTS PAPIN	8 personnes	< 10 personnes
	Parcelle agricole	< 1 personne	
	Portion de la voie ferrée	< 1 personne	

Les effets létaux sont inclus dans les limites de propriété. Les effets irréversibles concernent moins de 10 personnes (atteinte du parking des TRANSPORTS PAPIN, de la voie ferrée et de la parcelle agricole voisine).

La gravité est donc qualifiée de « sérieux ».

2.5. Classement du scénario n°1

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario n°1 «Explosion VCE dans les digesteurs et post-digesteurs en fonctionnement à vide» est classé en zone de **risque intermédiaire**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX			SCENARIO 1		
MODERE					

3. Modélisation du scénario n°2 « Explosion VCE dans le local chaudière »

3.1. Données d'entrée et hypothèses

Il est considéré la formation d'une ATEX à la stœchiométrie d'un mélange d'air et de biogaz dans le local chaudière. La formation de l'ATEX est liée à une fuite de biogaz à l'intérieur du local (fuite sur une canalisation, fuite sur le brûleur de la chaudière). Le volume de l'ATEX considéré correspond au volume du local (volume maximal). La ventilation du local n'est pas prise en compte.

Les dimensions du local chaudière sont : 7,5 m de long, 7 m de large et 6 m de haut (volume : 315 m³). La résistance du local à l'explosion est considérée de l'ordre de 50 mbar. Toutes les parois peuvent donc être considérées comme soufflables.

Comme cela a pu être observé dans les modélisations réalisées dans le rapport de l'INERIS, l'explosion primaire dans le local suite à l'inflammation de l'ATEX à la stœchiométrie éjecte à l'extérieur la quasi totalité du volume inflammable initial à travers les parois soufflées. Le nuage inflammable éjecté est fortement turbulent sous l'impulsion de la surpression de l'explosion primaire : le local devient largement ventilé. Dans ces conditions, les effets de pression sont largement supérieurs à l'extérieur qu'à l'intérieur du local de par l'explosion secondaire. Pour cette raison, l'évaluation des effets de pression est réalisée à l'aide de la méthode multi-énergie avec un indice de violence de 6.

L'énergie de l'onde de choc est calculé à l'aide de la formule de Brode.

Les effets thermiques d'une explosion sont mineurs par rapport aux effets de surpression qui eux sont dévastateurs. Par conséquent, seuls les effets de surpression sont modélisés. Ils sont majorants et donc suffisants pour évaluer la gravité du scénario.

3.2. Effets de surpression

Les distances d'effets de surpression obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Les distances sont données à partir du centre de l'explosion et pour une cible située au niveau du sol.

Illustration 11 : Distance d'effets du scénario n°2 « Explosion VCE dans le local chaudière » pour une cible au niveau du sol*(Source : Technisim Consultants)*

Explosion de l'ATEX interne au local chaudière	
Seuil de surpression	Distance d'effet
200 mbar	11,8 m
140 mbar	18,4 m
50 mbar	40,6 m
20 mbar	81,1 m

Le seuil des effets dominos (200 mbar) n'atteint ni les digesteurs, ni l'unité de purification, ni le stockage des intrants. Il n'y a donc pas d'effets dominos. Les effets létaux (140 mbar) ne sortent pas des limites du site. Le seuil de 20 mbar sort des limites de propriété et atteint le parking de poids lourds des TRANSPORTS PAPIN et la parcelle agricole voisine. La voie ferrée n'est pas atteinte.

**Figure 3 : Effets de surpression pour le scénario n°2
« Explosion VCE dans le local chaudière »**



3.3. Cotation en probabilité

L'explosion d'une ATEX en espace confiné suite à une fuite sur une canalisation de biogaz est un évènement cité par l'accidentologie.

Sans mise en place de mesures de prévention spécifiques, la classe de probabilité est C « Evènement improbable ».

3.4. Cotation en gravité

Le nombre de personnes exposées à chaque zone d'effet est déterminé dans le tableau ci-après. Cette détermination se veut **majorante**, la fréquentation des zones étant fortement variable selon les moments de la journée et les périodes de l'année.

Le site se situe en zone d'activité. Il convient donc de prendre en compte le nombre de salarié des entreprises concernées d'après la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010. Le parking de poids lourds de l'entreprise voisine des Transports Papin compte 60 places. Les camions y sont stationnés lorsqu'ils ne sont pas utilisés pour le transport. Les conducteurs ne sont pas présents simultanément sur le parking. Le nombre de personnes exposés est d'environ 8 personnes (présentes simultanément sur le parking).

La portion concernée par les effets de 50 mbar est très faible. Il est donc considéré que moins d'une personne est concernée.

Pour les terrains non bâtis, il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha selon la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010.

Surpression maximale ΔP	Caractéristiques de la zone	Nombre de personnes potentiellement exposées par zone	Nombre de personnes potentiellement exposées au total
200 mbar Effets létaux significatifs Seuil des effets dominos	Incluse dans les limites de l'établissement	0	0
140 mbar Premiers effets létaux Effondrement des murs	Incluse dans les limites de l'établissement	0	0
50 mbar Bris de vitre (75%)	Incluse dans les limites de l'établissement	0	< 1 personne
	Parking des poids lourds des TRANSPORTS PAPIN	< 1 personne	
20 mbar Bris de vitres (10%)	Parking des poids lourds des TRANSPORTS PAPIN	8 personnes	< 10 personnes
	Parcelle agricole	< 1 personne	

Les effets létaux sont inclus dans les limites de propriété. Les effets irréversibles concernent moins de 10 personnes (atteinte du parking des TRANSPORTS PAPIN et de la parcelle agricole voisine).

La gravité est donc qualifiée de « sérieux ».

3.5. Classement du scénario n°2

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario n°2 « Explosion VCE dans le local chaudière » est classé en zone de **risque intermédiaire**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX			SCENARIO 2		
MODERE					

4. Modélisation du scénario n°3 « Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification »

4.1. Données d'entrée et hypothèses

Il est considéré la formation d'une ATEX à la stœchiométrie d'un mélange d'air et de biogaz dans le conteneur où se situent les membranes de l'unité de purification. La formation de l'ATEX est liée à une fuite de biogaz à l'intérieur du conteneur (fuite sur une canalisation, fuite sur les équipements de traitement par membranes). Le volume de l'ATEX considéré correspond au volume du local (volume maximal). La ventilation du local n'est pas prise en compte.

Les dimensions du local membranes à l'intérieur du conteneur sont : 9,7 m de long, 2,4 m de large et 2,4 m de haut (volume : 56 m³). La résistance du local à l'explosion est considérée de l'ordre de 50 mbar. Toutes les parois peuvent donc être considérées comme soufflables.

Comme cela a pu être observé dans les modélisations réalisées dans le rapport de l'INERIS, l'explosion primaire dans le local suite à l'inflammation de l'ATEX à la stœchiométrie éjecte à l'extérieur la quasi totalité du volume inflammable initial à travers les parois soufflées. Le nuage inflammable éjecté est fortement turbulent sous l'impulsion de la surpression de l'explosion primaire : le local devient largement ventilé. Dans ces conditions, les effets de pression sont largement supérieurs à l'extérieur qu'à l'intérieur du local de par l'explosion secondaire. Pour cette raison, l'évaluation des effets de pression est réalisée à l'aide de la méthode multi-énergie avec un indice de violence de 6.

L'énergie de l'onde de choc est calculé à l'aide de la formule de Brode.

Les effets thermiques d'une explosion sont mineurs par rapport aux effets de surpression qui eux sont dévastateurs. Par conséquent, seuls les effets de surpression sont modélisés. Ils sont majorants et donc suffisants pour évaluer la gravité du scénario.

4.2. Effets de surpression

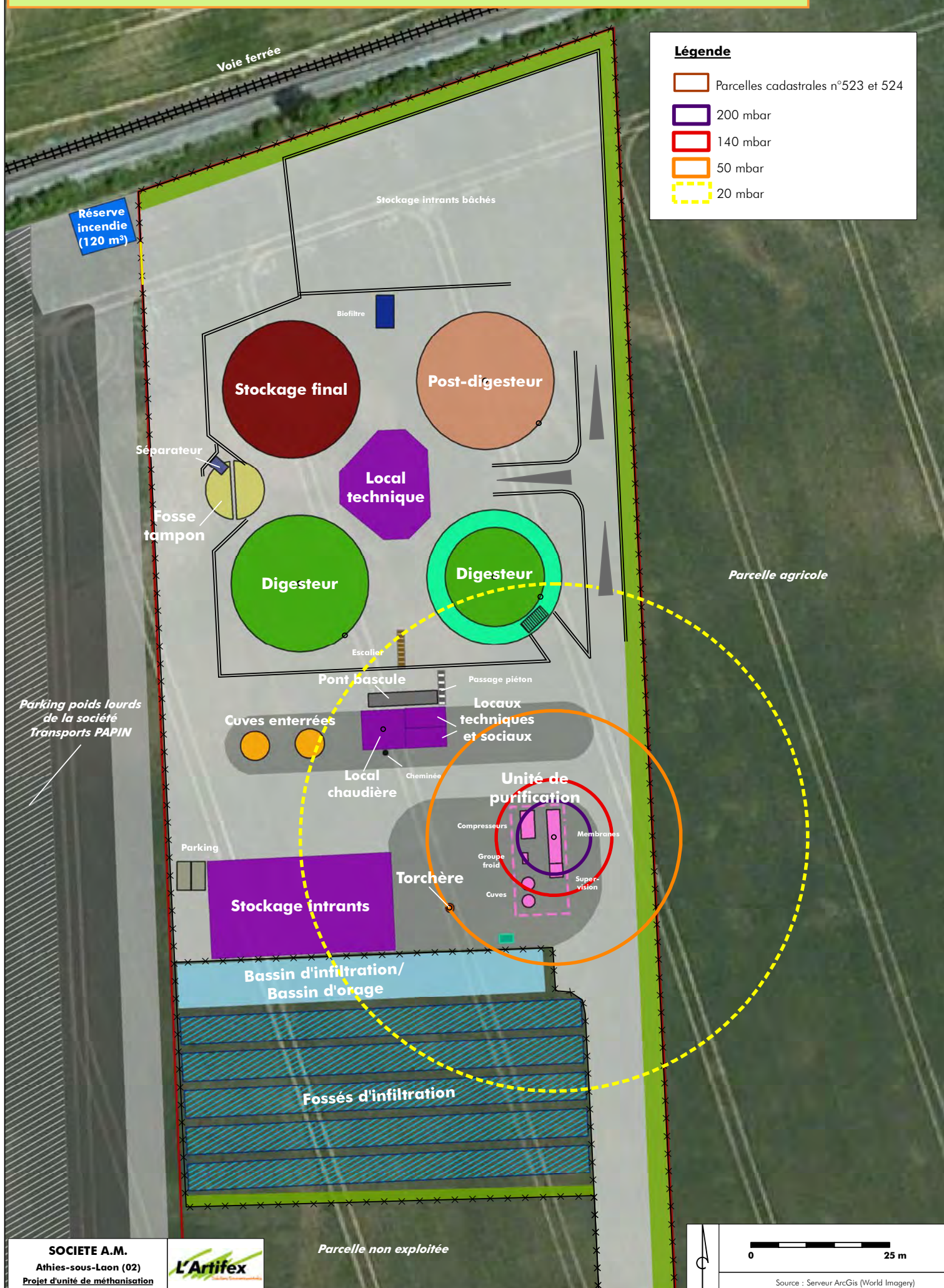
Les distances d'effets de surpression obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Les distances sont données à partir du centre de l'explosion et pour une cible située au niveau du sol.

**Illustration 12 : Distance d'effets du scénario n°3 « Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification »
pour une cible au niveau du sol**
(Source : Technisim Consultants)

Explosion de l'ATEX interne au local membrane	
Seuil de surpression	Distance d'effet
200 mbar	6,6 m
140 mbar	10,4 m
50 mbar	22,8 m
20 mbar	45,6 m

Le seuil des effets dominos (200 mbar) n'atteint que les équipements de l'unité de purification (compresseurs, groupe froid). Des effets dominos peuvent donc avoir lieu avec ces équipements. Les effets létaux (140 mbar) ne sortent pas des limites du site. Les effets irréversibles atteignent la parcelle agricole voisine.

Figure 4 : Effets de surpression pour le scénario n°3
« Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification »



4.3. Cotation en probabilité

L'explosion d'une ATEX en espace confiné suite à une fuite sur une canalisation de biogaz est un évènement cité par l'accidentologie.

Sans mise en place de mesures de prévention spécifiques, la classe de probabilité est C « Evènement improbable ».

4.4. Cotation en gravité

Le nombre de personnes exposées à chaque zone d'effet est déterminé dans le tableau ci-après. Cette détermination se veut **majorante**, la fréquentation des zones étant fortement variable selon les moments de la journée et les périodes de l'année.

Pour les terrains non bâtis, il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha selon la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010.

Suppression maximale ΔP	Caractéristiques de la zone	Nombre de personnes potentiellement exposées par zone	Nombre de personnes potentiellement exposées au total
200 mbar Effets létaux significatifs Seuil des effets dominos	Incluse dans les limites de l'établissement	0	0
140 mbar Premiers effets létaux Effondrement des murs	Incluse dans les limites de l'établissement	0	0
50 mbar Bris de vitre (75%)	Parcelle agricole voisine	< 1 personne	< 1 personne
20 mbar Bris de vitres (10%)	Parcelle agricole voisine	< 1 personne	< 1 personne

Les effets létaux sont inclus dans les limites de propriété. Les effets irréversibles concernent moins de 10 personnes (atteinte de la parcelle agricole voisine).

La gravité est donc qualifiée de « modéré ».

4.5. Classement du scénario n°3

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario n°3 « Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification » est classé en zone de **risque moindre**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE			SCENARIO 3		

5. Modélisation du scénario n°4 « Explosion VCE du poste d'injection de biométhane »

5.1. Données d'entrée et hypothèses

Le poste d'injection du biométhane ne fait pas parti de l'emprise ICPE de l'unité de méthanisation. Il s'agit d'un équipement du gestionnaire de réseau GRDF. Néanmoins, ce scénario d'accident est modélisé pour évaluer les effets sur l'unité de méthanisation.

Il est considéré la formation d'une ATEX à la stœchiométrie d'un mélange d'air et de biométhane dans le local du poste d'injection. La formation de l'ATEX est liée à une fuite de biométhane à l'intérieur du local (fuite sur une canalisation). Le volume de l'ATEX considéré correspond au volume du local (volume maximal). La ventilation du local n'est pas prise en compte.

Les dimensions du local du poste d'injection sont : 4,3 m de long, 2,9 m de large et 2,4 m de haut (volume : 30 m³). La résistance du local à l'explosion est considérée de l'ordre de 50 mbar. Toutes les parois peuvent donc être considérées comme soufflables.

Comme cela a pu être observé dans les modélisations réalisées dans le rapport de l'INERIS, l'explosion primaire dans le local suite à l'inflammation de l'ATEX à la stœchiométrie éjecte à l'extérieur la quasi totalité du volume inflammable initial à travers les parois soufflées. Le nuage inflammable éjecté est fortement turbulent sous l'impulsion de la surpression de l'explosion primaire : le local devient largement ventilé. Dans ces conditions, les effets de pression sont largement supérieurs à l'extérieur qu'à l'intérieur du local de par l'explosion secondaire. Pour cette raison, l'évaluation des effets de pression est réalisée à l'aide de la méthode multi-énergie avec un indice de violence de 6.

L'énergie de l'onde de choc est calculé à l'aide de la formule de Brode.

Les effets thermiques d'une explosion sont mineurs par rapport aux effets de surpression qui eux sont dévastateurs. Par conséquent, seuls les effets de surpression sont modélisés. Ils sont majorants et donc suffisants pour évaluer la gravité du scénario.

5.2. Effets de surpression

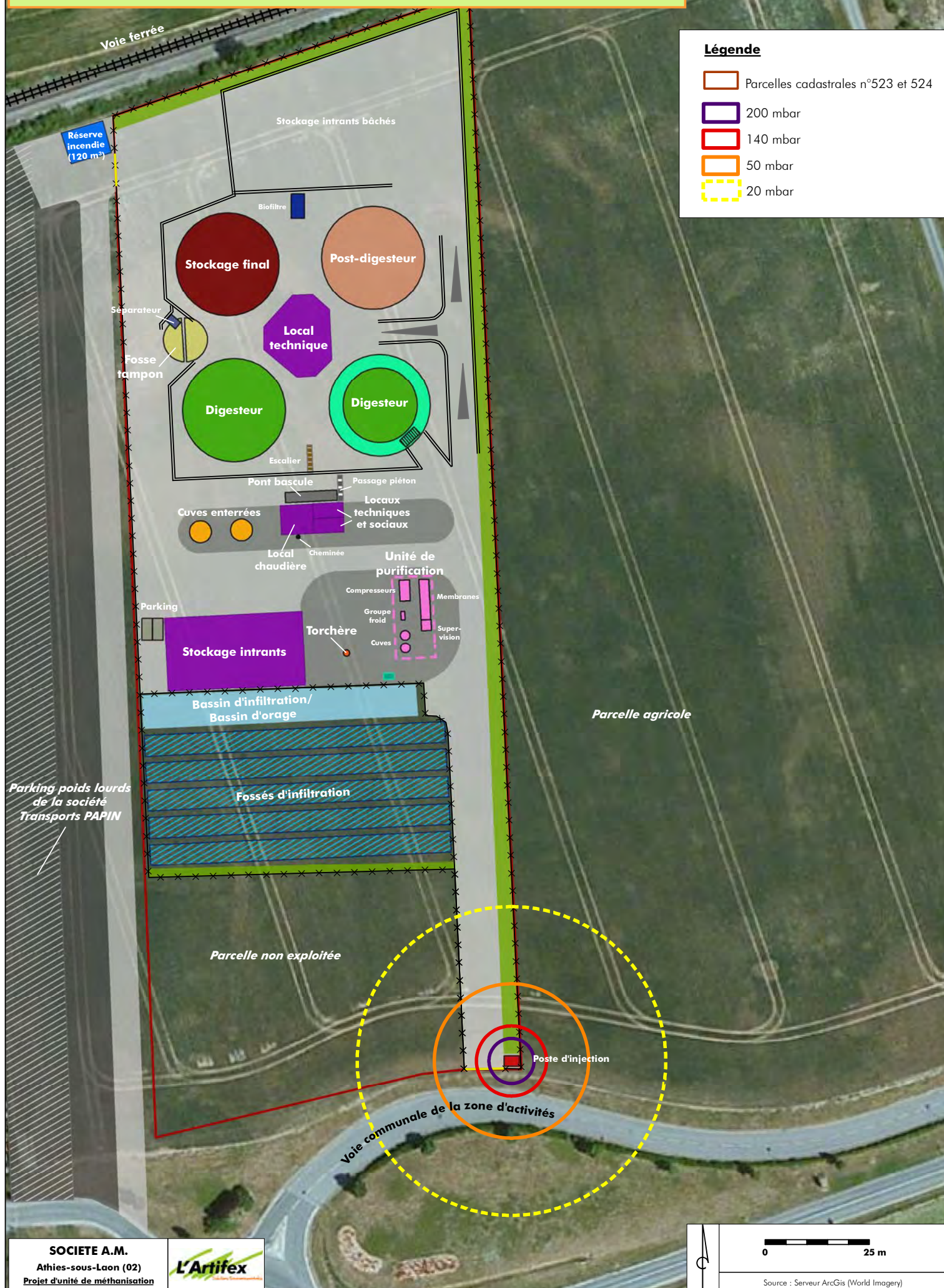
Les distances d'effets de surpression obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Les distances sont données à partir du centre de l'explosion et pour une cible située au niveau du sol.

Illustration 13 : Distance d'effets du scénario n°4 « Explosion VCE du poste d'injection de biométhane » pour une cible au niveau du sol

(Source : Technisim Consultants)

Explosion de l'ATEX interne au poste d'injection	
Seuil de surpression	Distance d'effet
200 mbar	5,4 m
140 mbar	8,4 m
50 mbar	18,5 m
20 mbar	37,0 m

**Figure 5 : Effets de surpression pour le scénario n°4
« Explosion VCE dans le poste d'injection »**



5.3. Effets sur l'unité de méthanisation

Il n'y a pas d'effets dominos sur les équipements de l'unité de méthanisation. Le poste d'injection est positionné à l'entrée du site, à plus de 90 m de l'unité de purification. Aucune zone d'effet n'atteint les équipements de la société A.M. – ATHIES METHANISATION.

5.4. Cotation en probabilité et gravité

La cotation en probabilité et gravité de ce scénario n'est pas réalisé car le poste d'injection ne fait pas parti de l'emprise ICPE du projet.

Néanmoins, on note que les effets létaux atteignent une portion de la voie communale de la zone d'activité. Les effets indirects concernent la parcelle non exploitées voisine et la voie communale de la zone d'activité. La RD 977 n'est pas concernée. Aucune habitation n'est concernée.

6. Modélisation du scénario n°5 « Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres »

6.1. Données d'entrée et hypothèses

Il s'agit de l'explosion du nuage de biogaz formé suite à la ruine des gazomètres (sur digesteurs et sur le post-digester). Le nuage inflammable prend approximativement la forme d'une sphère puis, le nuage se déplace dans le sens du vent, tout en s'élevant et en se diluant. La concentration en biogaz dans le nuage est à la stœchiométrie.

Les volumes de biogaz dans les gazomètres sont :

- Gazomètre sur digesteur 1 : 800 m³,
- Gazomètre sur digesteur 2 : 1 450 m³
- Gazomètre sur post-digester : 1 450 m³.

L'inflammation du nuage entraîne la formation d'une boule de feu. La combustion rapide du nuage, à une vitesse de plusieurs dizaines de m/s, produit une onde de pression susceptible de se propager dans l'environnement sur de grandes distances. Les effets de pression de l'explosion du nuage sont déterminés à l'aide de la méthode multi-énergie, avec un indice de violence 4.

L'explosion UVCE engendre des effets de surpression et des effets thermiques, pouvant être supérieurs aux effets de surpression. Ces deux types d'effets sont donc modélisés.

Conformément à la fiche 3 de la circulaire du 10 mai 2010, les distances correspondant aux effets létaux et aux effets irréversibles sont dimensionnées par rapport à la LII (Limite Inférieure d'Inflammabilité). En effet, l'expérience montre qu'en pratique, les effets thermiques de l'UVCE ne sont pas dus au rayonnement thermique (très court) du nuage enflammé, mais uniquement au passage du front de flamme. Autrement dit, toute personne se trouvant sur le parcours de la flamme est susceptible de subir l'effet létaux, mais celui-ci n'excède pas la limite extrême atteinte par le front de flamme.

La fiche 3 de la circulaire du 10 mai 2010 précise aussi que les distances d'effets doivent être déterminées à minima dans 2 conditions météorologiques définies dans le tableau suivant (classes de stabilité de Pasquill).

Classe de stabilité de Pasquill	D5 – 20°C	F3 – 15°C
Conditions météorologiques correspondantes	<i>Atmosphère neutre</i> <i>Vitesse du vent, à une altitude de 10 m, égale à 5 m/s</i> <i>Température ambiante égale à 20°C</i>	<i>Atmosphère très stable</i> <i>Vitesse du vent, à une altitude de 10 m, égale à 3 m/s</i> <i>Température ambiante égale à 15°C</i>

Les modélisations de dispersion en vue de déterminer les distances des LII sont réalisées à l'aide du logiciel ALOHA-CAMEO®.

La hauteur du rejet est prise égale à 8,5 m.

6.2. Effets de surpression

Les distances d'effets de surpression obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Les distances sont données à partir du centre de l'explosion et pour une cible située au niveau du sol.

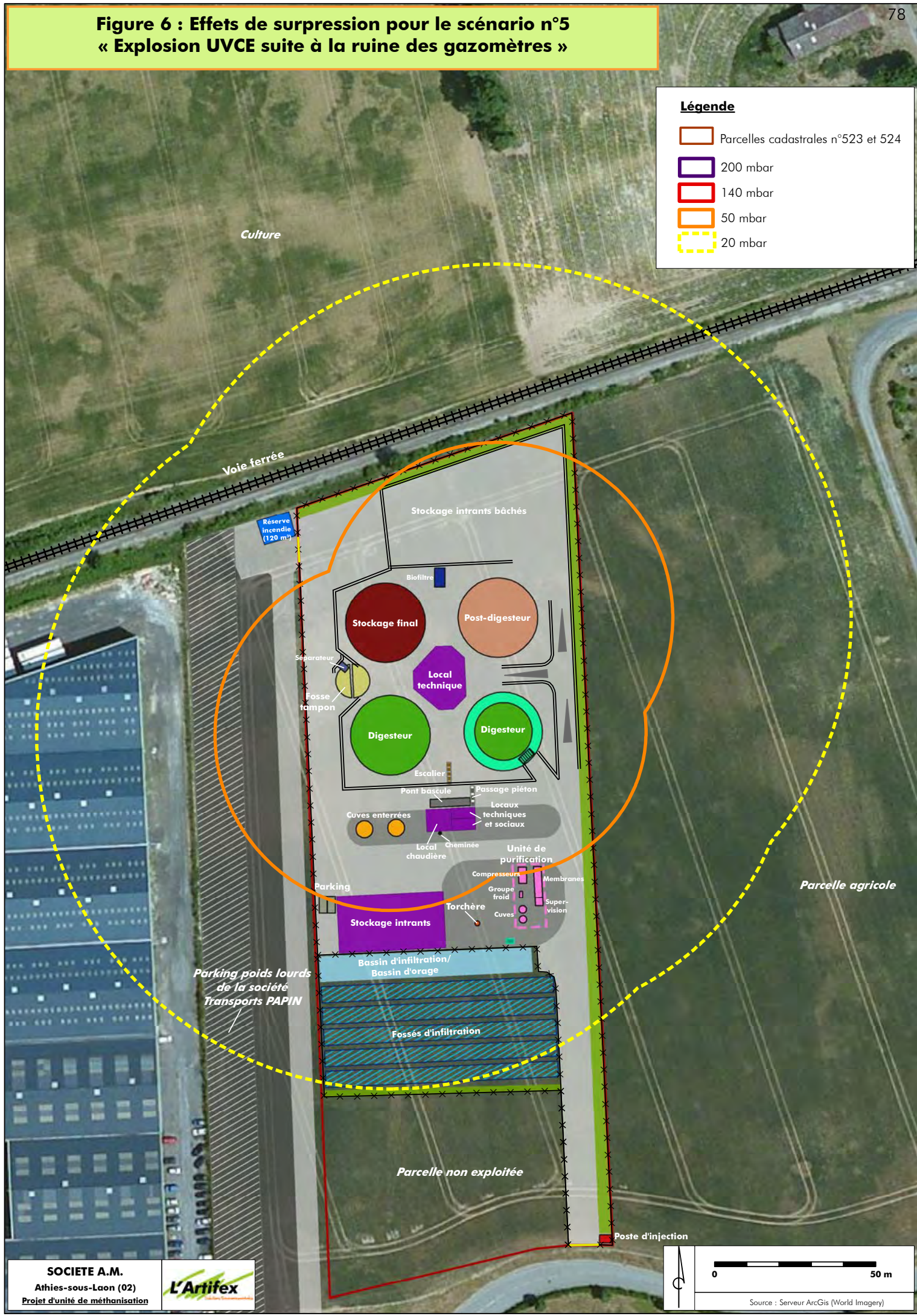
Illustration 14 : Distance d'effets du scénario n°5 « Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres » pour une cible au niveau du sol

(Source : Technisim Consultants)

Explosion UVCE suite à la ruine des équipements			
Seuils de surpression	Gazomètre 1	Gazomètre 2	Gazomètre Post-digesteur
200 mbar	Non atteint	Non atteint	Non atteint
140 mbar	Non atteint	Non atteint	Non atteint
50 mbar	44,3 m	54,3 m	54,3 m
20 mbar	89,8 m	109,6 m	109,6 m

Le seuil des effets dominos et des effets létaux significatif ne sont pas atteints. Seuls les seuils de 20 et 50 mbar (effets irréversibles) sortent des limites du site. La surpression de 20 mbar atteint le parking de la société voisine TRANSPORTS PAPIN, la voie ferrée et la parcelle agricole voisine. Il n'y a pas d'effets létaux hors de l'établissement. Il n'y a pas d'effets dominos avec les autres installations de l'unité de méthanisation ni avec les entrepôts des TRANSPORTS PAPIN.

**Figure 6 : Effets de surpression pour le scénario n°5
« Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres »**



6.3. Effets thermiques

Les distances d'effets thermiques obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant.

Illustration 15 : Distance d'effets thermiques du scénario n°5 « Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres »
(Source : Technisim Consultants)

Distances d'atteinte du SELs et du SEL [unité : mètre]			
Rejet en hauteur [8,5 m]	Gazomètre 1	Gazomètre 2	Post-digesteur
Condition météorologique D5-20°C	LIE non atteinte au niveau du sol		
Condition météorologique F3-15°C	LIE non atteinte au niveau du sol		
Distances d'atteinte du SEL [unité : mètre]			
Rejet en hauteur [8,5 m]	Gazomètre 1	Gazomètre 2	Post-digesteur
Condition météorologique D5-20°C	LIE non atteinte au niveau du sol		
Condition météorologique F3-15°C	LIE non atteinte au niveau du sol		

Il n'y a pas d'effet thermique au niveau du sol.

6.4. Cotation en probabilité

L'explosion d'un nuage de biogaz est un événement qui a déjà été rencontré dans des installations de méthanisation d'après l'accidentologie.

Sans mise en place de mesures de prévention spécifiques, la classe de probabilité est C « Evènement improbable ».

6.5. Cotation en gravité

Les modélisations ont montré qu'il n'y avait pas d'effet thermique au niveau du sol. La cotation en gravité est donc réalisée à partir des effets de surpression.

Le nombre de personnes exposées à chaque zone d'effet est déterminé dans le tableau ci-après. Cette détermination se veut **majorante**, la fréquentation des zones étant fortement variable selon les moments de la journée et les périodes de l'année.

La présence des personnes au niveau de la voie ferrée est déterminée selon la méthodologie définie dans la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010. Il faut compter 0,4 personne exposée en permanence par kilomètre et par train). La fréquentation réelle de la voie ferrée est supposée à 10 trains par jour (hypothèse majorante). La voie ferrée est concernée sur une distance inférieure à 250 m. Le nombre de personne exposé est donc inférieur à 1 personne.

Le site se situe en zone d'activité. Il convient donc de prendre en compte le nombre de salarié des entreprises concernées d'après la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010. Le parking de poids lourds de l'entreprise voisine des Transports Papin compte 60 places. Les camions y sont stationnés lorsqu'ils ne sont pas utilisés pour le transport. Les conducteurs ne sont pas présents simultanément sur le parking. Le nombre de personnes exposés est d'environ 8 personnes (présentes simultanément sur le parking).

Pour les terrains non bâtis, il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha selon la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010.

Suppression maximale ΔP	Caractéristiques de la zone	Nombre de personnes potentiellement exposées par zone	Nombre de personnes potentiellement exposées au total
200 mbar Effets létaux significatifs Seuil des effets dominos	Non atteint	0	0
140 mbar Premiers effets létaux Effondrement des murs	Non atteint	0	0
50 mbar Bris de vitre (75%)	Parking des poids lourds des TRANSPORTS PAPIN	8 personnes	< 10 personnes
	Parcelle agricole	< 1 personne	
20 mbar Bris de vitres (10%)	Parking des poids lourds des TRANSPORTS PAPIN	8 personnes	< 10 personnes
	Parcelle agricole	< 1 personne	
	Portion de la voie ferrée	< 1 personne	

Les effets létaux sont inclus dans les limites de propriété. Les effets irréversibles concernent moins de 10 personnes (atteinte du parking des TRANSPORTS PAPIN, de la voie ferrée et de la parcelle agricole voisine).

La gravité est donc qualifiée de « sérieux ».

6.6. Classement du scénario n°5

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario n°5 «Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres» est classé en zone de **risque intermédiaire**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX			SCENARIO 5		
MODERE					

7. Modélisation du scénario n°6 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »

7.1. Données d'entrée et hypothèses

Il s'agit de l'explosion du nuage de biogaz formé suite à la rupture guillotine sur une canalisation de biogaz extérieur. Le nuage inflammable prend approximativement la forme d'une sphère puis, le nuage se déplace dans le sens du vent, tout en s'élevant et en se diluant. La concentration en biogaz dans le nuage est à la stœchiométrie.

La canalisation de biogaz possède les caractéristiques suivantes :

- diamètre 300 mm (DN300), valeur maximale,
- pression maximale de 4 mbar.

La durée de la fuite est fixée à 5 secondes, compte tenu de la durée nécessaire à la fermeture des vannes de coupures (détection par les pressostats et action de fermeture). Cette durée est majorante pour ce type d'installation, la durée étant plutôt de l'ordre de 2 secondes.

Le débit de fuite est calculé selon les méthodologies présentées dans le document de l'INERIS « *Q-19 – détermination des grandeurs caractéristiques du terme source nécessaires à l'utilisation d'un modèle de dispersion atmosphérique des rejets accidentels* ». Le débit massique est obtenu selon l'équation suivante :

$$q_{s,0} = C_d \times A_p \times \psi \times \sqrt{(\rho_0 \times P_0 \times \gamma \times (2/(\gamma + 1)))^{(\gamma + 1)/(\gamma - 1)}} \quad [\text{kg/s}]$$

Avec

- C_d : Coefficient de décharge (=1) ;
- A_p : Surface de la fuite [m^2] ;
- ρ_0 : Densité massique du gaz dans la canalisation [kg/m^3] ;
- ψ : « Outflow coefficient » ;
- P_0 : Pression interne de la canalisation [Pa].

L'inflammation du nuage entraîne la formation d'une boule de feu. La combustion rapide du nuage, à une vitesse de plusieurs dizaines de m/s, produit une onde de pression susceptible de se propager dans l'environnement sur de grandes distances. Les effets de pression de l'explosion du nuage sont déterminés à l'aide de la méthode multi-énergie, avec un indice de violence 5.

L'explosion UVCE engendre des effets de surpression et des effets thermiques, pouvant être supérieurs aux effets de surpression. Ces deux types d'effets sont donc modélisés.

Conformément à la fiche 3 de la circulaire du 10 mai 2010, les distances correspondant aux effets létaux et aux effets irréversibles sont dimensionnées par rapport à la LII (Limite Inférieure d'Inflammabilité). En effet, l'expérience montre qu'en pratique, les effets thermiques de l'UVCE ne sont pas dus au rayonnement thermique (très court) du nuage enflammé, mais uniquement au passage du front de flamme. Autrement dit, toute personne se trouvant sur le parcours de la flamme est susceptible de subir l'effet léthal, mais celui-ci n'excède pas la limite extrême atteinte par le front de flamme.

La fiche 3 de la circulaire du 10 mai 2010 précise aussi que les distances d'effets doivent être déterminées à minima dans 2 conditions météorologiques définies dans le tableau suivant (classes de stabilité de Pasquill).

Classe de stabilité de Pasquill	D5 – 20°C	F3 – 15°C
Conditions météorologiques correspondantes	Atmosphère neutre Vitesse du vent, à une altitude de 10 m, égale à 5 m/s Température ambiante égale à 20°C	Atmosphère très stable Vitesse du vent, à une altitude de 10 m, égale à 3 m/s Température ambiante égale à 15°C

Les modélisations de dispersion en vue de déterminer les distances des LII sont réalisées à l'aide du logiciel ALOHA-CAMEO®.

Le rejet est considéré se produire au niveau du sol.

7.2. Effets de surpression

Les distances d'effets de surpression obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Les distances sont données à partir du point de fuite et pour une cible située au niveau du sol.

Illustration 16 : Distance d'effets du scénario n°6 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine sur une canalisation extérieure de biogaz » pour une cible au niveau du sol

(Source : Technisim Consultants)

Effets de surpression de l'UVCE		
Pression interne	[Pa]	400,0
Débit de biogaz	[kg/s]	1,67
Distances de la surpression réglementaire sans la prise en compte de la distance de la LIE		
200 mbar	[mètre]	0,9
140 mbar	[mètre]	1,4
50 mbar	[mètre]	3,4
20 mbar	[mètre]	6,8

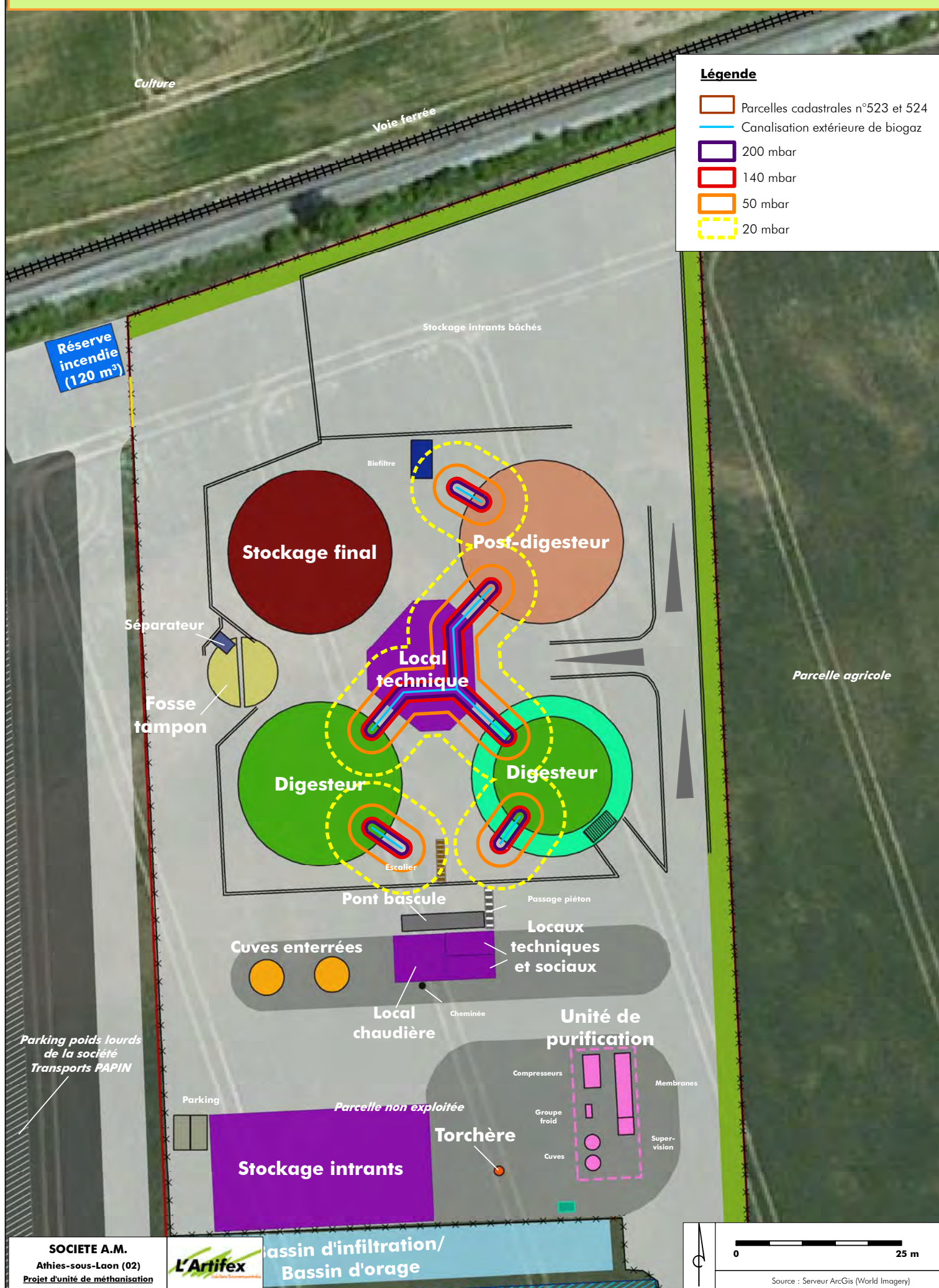
Les canalisations de biogaz aériennes extérieures se situent au niveau des digesteurs et du post-digester, en sortie des gazomètres. Les canalisations sont ensuite enterrées pour rejoindre l'unité de purification, la chaudière et la torchère. Des canalisations aériennes relient les gazomètres en passant au dessus du local technique.

Ainsi, le seuil des effets dominos (140 mbar) atteint les digesteurs et le post-digester. Il y a donc des effets dominos sur les équipements de méthanisation (ruine des digesteurs/post-digester et gazomètres).

Aucun effet ne sort de l'emprise du site.

L'illustration suivante schématise les zones d'effets sur les portions de canalisations aériennes. En réalité, la rupture guillotine n'a lieu qu'en un seul point, préférentiellement au niveau des raccords.

Figure 7 : Effets de surpression pour le scénario n°6
« Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »



7.3. Effets thermiques

Les distances d'effets thermiques obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant. Il s'agit des distances au niveau du sol, à partir du point de fuite.

Illustration 17 : Distance d'effets thermiques du scénario n°6 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »

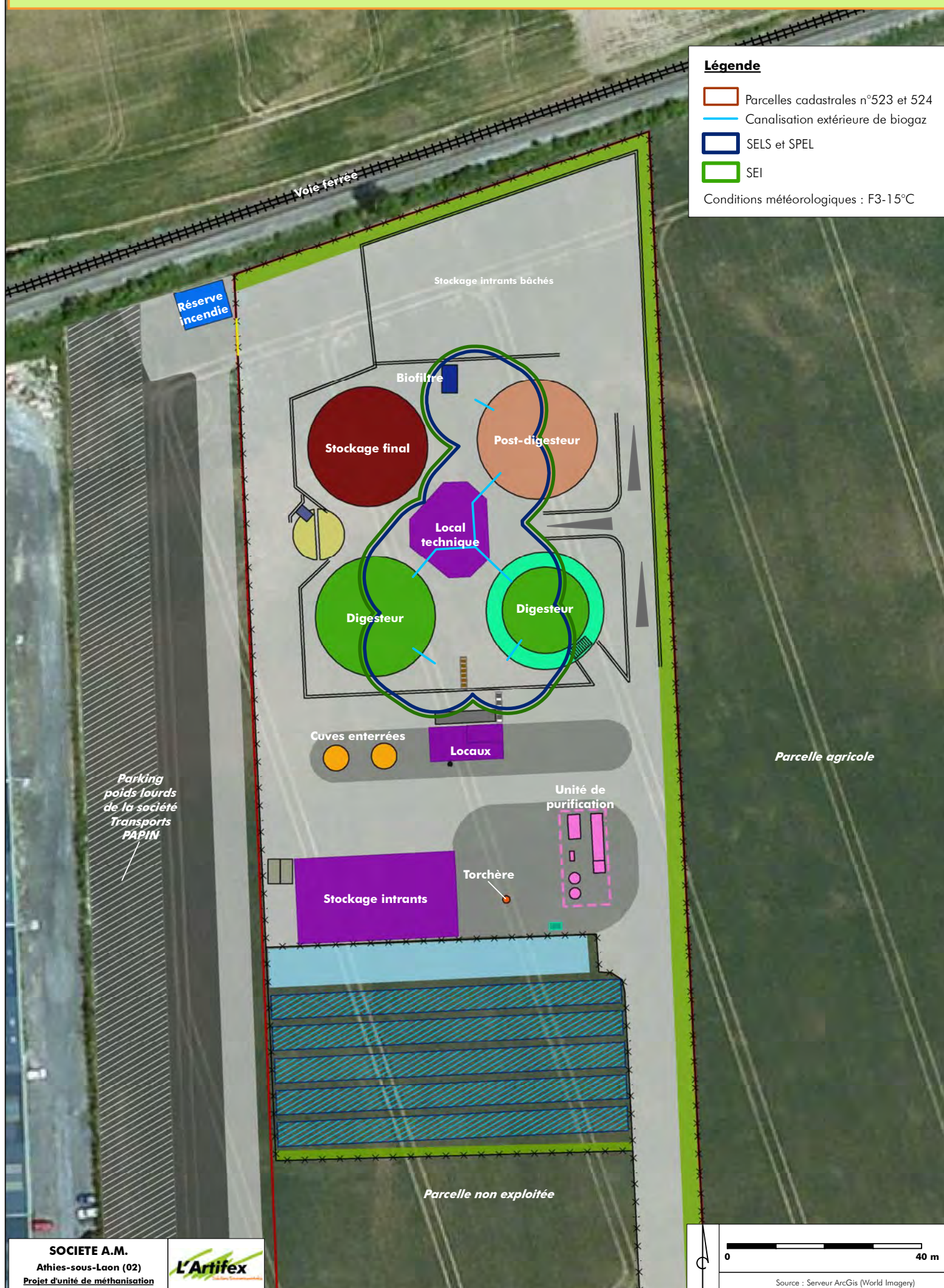
(Source : Technisim Consultants)

Effets thermiques de l'UVCE		
Pression interne	[Pa]	400,0
Débit de biogaz	[kg/s]	1,67
Distances d'atteinte du SELs et du SEL au sol		
Condition météorologique F3-15°C	[mètre]	10
Condition météorologique D5-20°C	[mètre]	10
Distances d'atteinte du SEL au sol		
Condition météorologique F3-15°C	[mètre]	11
Condition météorologique D5-20°C	[mètre]	11

Les effets létaux et indirects sont contenus dans l'emprise du site.

L'illustration suivante schématise les zones d'effets sur les portions de canalisations aériennes. En réalité, la rupture guillotine n'a lieu qu'en un seul point, préférentiellement au niveau des raccords.

Figure 8 : Effets thermiques pour le scénario n°6
« Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »



7.4. Cotation en probabilité

L'explosion d'un nuage de biogaz suite à une rupture guillotine est un évènement qui a déjà été rencontré dans des installations de méthanisation d'après l'accidentologie.

Sans mise en place de mesures de prévention spécifiques, la classe de probabilité est C « Evènement improbable ».

7.5. Cotation en gravité

Les effets thermiques et les effets de surpression ne sortent pas des limites de propriété. Par conséquent, la gravité est donc qualifiée de « modérée ».

7.6. Classement du scénario n°6

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario n°6 «Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz» est classé en zone de **risque moindre**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE			SCENARIO 6		

8. Modélisation du scénario n°7 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane »

8.1. Données d'entrée et hypothèses

Il s'agit de l'explosion du nuage de biométhane formé suite à la rupture guillotine sur une canalisation de biométhane extérieure. Le nuage inflammable prend approximativement la forme d'une sphère puis, le nuage se déplace dans le sens du vent, tout en s'élevant et en se diluant. La concentration en biométhane dans le nuage est à la stœchiométrie.

La canalisation de biométhane possède les caractéristiques suivantes :

- diamètre 150 mm (DN150),
- pression maximale de 24 bar.

La durée de la fuite est fixée à 5 secondes, compte tenu de la durée nécessaire à la fermeture des vannes de coupures (détection par les pressostats et action de fermeture). Cette durée est majorante pour ce type d'installation, la durée étant plutôt de l'ordre de 2 secondes.

Le débit de fuite est calculé selon les méthodologies présentées dans le document de l'INERIS « Q-19 – détermination des grandeurs caractéristiques du terme source nécessaires à l'utilisation d'un modèle de dispersion atmosphérique des rejets accidentels ». Le débit massique est obtenu selon l'équation suivante :

$$q_{S,0} = C_d \times A_p \times \psi \times \sqrt{(p_0 \times P_0 \times \gamma \times (2/(\gamma + 1))^{(\gamma + 1)/(\gamma - 1)})}$$

[kg/s]

Avec

- C_d : Coefficient de décharge (= 1) ;
- A_p : Surface de la fuite [m²] ;
- ρ_0 : Densité massique du gaz dans la canalisation [kg/m³] ;

- φ : « Outflow coefficient » ;
- P_0 : Pression interne de la canalisation [Pa].

L'inflammation du nuage entraîne la formation d'une boule de feu. La combustion rapide du nuage, à une vitesse de plusieurs dizaines de m/s, produit une onde de pression susceptible de se propager dans l'environnement sur de grandes distances. Les effets de pression de l'explosion du nuage sont déterminés à l'aide de la méthode multi-énergie, avec un indice de violence 5.

L'explosion UVCE engendre des effets de surpression et des effets thermiques, pouvant être supérieurs aux effets de surpression. Ces deux types d'effets sont donc modélisés.

Conformément à la fiche 3 de la circulaire du 10 mai 2010, les distances correspondant aux effets létaux et aux effets irréversibles sont dimensionnées par rapport à la LII (Limite Inférieure d'Inflammabilité). En effet, l'expérience montre qu'en pratique, les effets thermiques de l'UVCE ne sont pas dus au rayonnement thermique (très court) du nuage enflammé, mais uniquement au passage du front de flamme. Autrement dit, toute personne se trouvant sur le parcours de la flamme est susceptible de subir l'effet léthal, mais celui-ci n'excède pas la limite extrême atteinte par le front de flamme.

La fiche 3 de la circulaire du 10 mai 2010 précise aussi que les distances d'effets doivent être déterminées à minima dans 2 conditions météorologiques définies dans le tableau suivant (classes de stabilité de Pasquill).

Classe de stabilité de Pasquill	D5 – 20°C	F3 – 15°C
Conditions météorologiques correspondantes	<i>Atmosphère neutre</i> <i>Vitesse du vent, à une altitude de 10 m, égale à 5 m/s</i> <i>Température ambiante égale à 20°C</i>	<i>Atmosphère très stable</i> <i>Vitesse du vent, à une altitude de 10 m, égale à 3 m/s</i> <i>Température ambiante égale à 15°C</i>

Les modélisations de dispersion en vue de déterminer les distances des LII sont réalisées à l'aide du logiciel ALOHA-CAMEO®.

Le rejet est considéré se produire au niveau du sol.

8.2. Effets de surpression

Les distances d'effets de surpression obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Les distances sont données à partir du point de fuite et pour une cible située au niveau du sol.

Illustration 18 : Distance d'effets du scénario n°7 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine sur une canalisation extérieure de biométhane » pour une cible au niveau du sol

(Source : Technisim Consultants)

Effets de surpression de l'UVCE		
Pression interne	[bar]	24
Débit de biométhane	[kg/s]	39,5
Distances de la surpression réglementaire sans la prise en compte de la distance de la LIE		
200 mbar	[mètre]	5,3
140 mbar	[mètre]	9,5
50 mbar	[mètre]	26,4
20 mbar	[mètre]	52,8

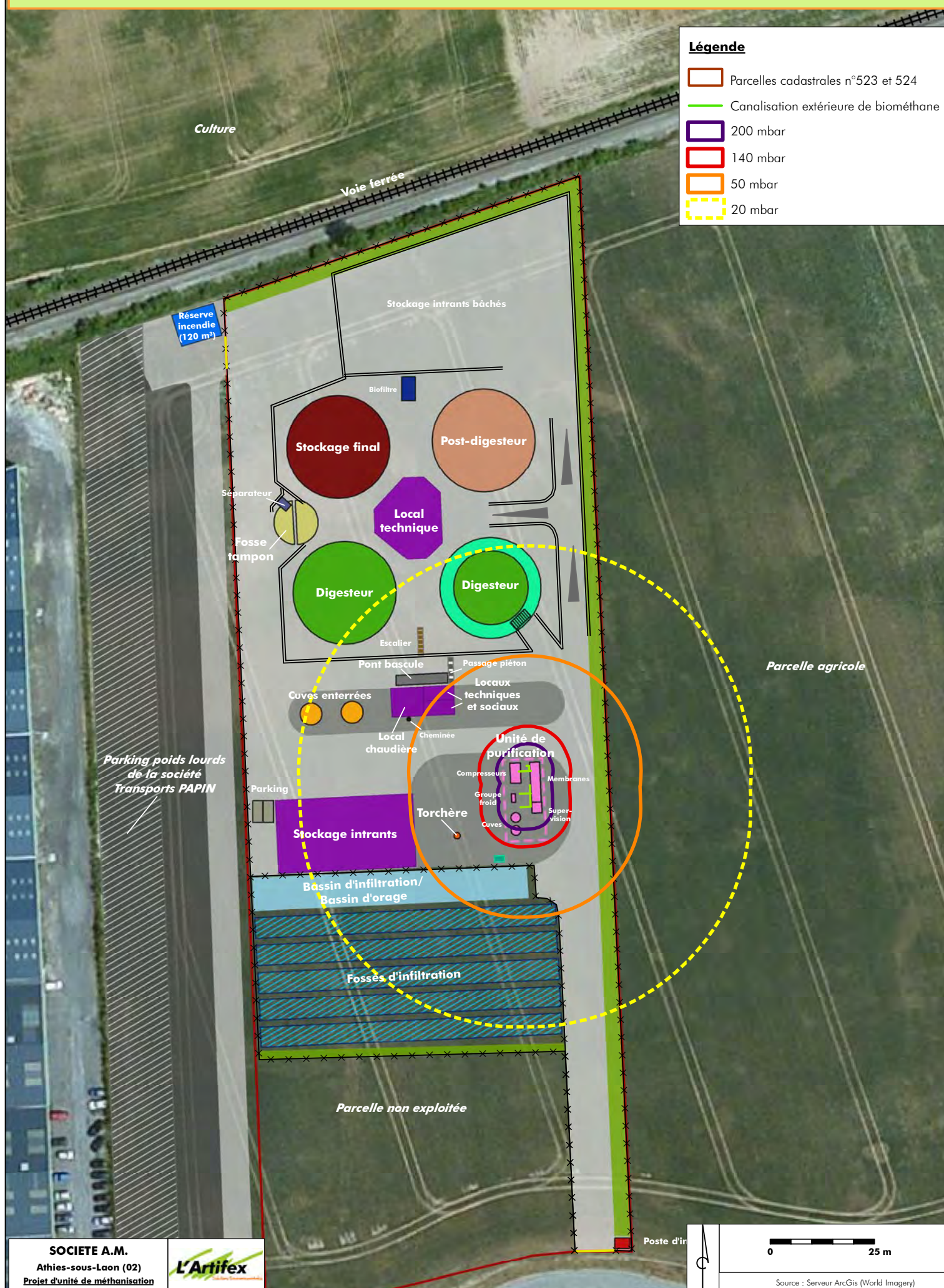
Les canalisations de biométhane aériennes extérieures se situent au niveau des équipements de l'unité de purification. Les canalisations sont ensuite enterrées pour rejoindre le poste d'injection.

L'unité de purification est éloignée des autres équipements. Il n'y a pas d'effets dominos.

Les effets létaux ne sortent pas de l'emprise du site. Les effets irréversibles peuvent sortir du site et atteindre la parcelle agricole voisine.

L'illustration suivante schématise les zones d'effets sur les portions de canalisations aériennes. En réalité, la rupture guillotine n'a lieu qu'en un seul point, préférentiellement au niveau des raccords.

Figure 9 : Effets de surpression pour le scénario n°7
« Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane »



8.3. Effets thermiques

Les distances d'effets thermiques obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant. Il s'agit des distances au niveau du sol, à partir du point de fuite.

Illustration 19 : Distance d'effets thermiques du scénario n°7 « Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane »

(Source : Technisim Consultants)

Effets thermiques de l'UVCE		
Pression interne	[bar]	24
Débit de biogaz	[kg/s]	39,5
Distances d'atteinte du SELs et du SEL au sol		
Condition météorologique F3-15°C	[mètre]	203
Condition météorologique D5-20°C	[mètre]	52
Distances d'atteinte du SEL au sol		
Condition météorologique F3-15°C	[mètre]	223,3
Condition météorologique D5-20°C	[mètre]	57,2

Les effets létaux sortent de l'emprise du site pour les deux conditions météorologiques. La voie communale de la zone d'activité, le parking de poids lourds des TRANSPORTS PAPIN et la parcelle agricole voisine sont concernés.

L'illustration suivante schématise les zones d'effets sur les portions de canalisations aériennes. En réalité, la rupture guillotine n'a lieu qu'en un seul point, préférentiellement au niveau des raccords.

Figure 10 : Effets thermiques pour le scénario n°7
« Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane »



8.4. Cotation en probabilité

L'explosion d'un nuage de biométhane suite à une rupture guillotine est un évènement qui a déjà été rencontré dans des installations de méthanisation d'après l'accidentologie.

Sans mise en place de mesures de prévention spécifiques, **la classe de probabilité est C « Evènement improbable ».**

8.5. Cotation en gravité

Les effets thermiques représentent les zones d'effet les plus importantes. La cotation en gravité est donc réalisée à partir des effets thermiques.

Le nombre de personnes exposées à chaque zone d'effet est déterminé dans le tableau ci-après. Cette détermination se veut **majorante**, la fréquentation des zones étant fortement variable selon les moments de la journée et les périodes de l'année.

Le site se situe en zone d'activité. Il convient donc de prendre en compte le nombre de salarié des entreprises concernées d'après la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010.

Le parking de poids lourds de l'entreprise voisine des Transports Papin compte 60 places. Les camions y sont stationnés lorsqu'ils ne sont pas utilisés pour le transport. Les conducteurs ne sont pas présents simultanément sur le parking. Le nombre de personnes exposés est d'environ 8 personnes (présentes simultanément sur le parking). Les bâtiments des Transports Papin correspondent à des entrepôts de stockage de matières. Seuls les bureaux situés dans le bâtiment au Sud à l'entrée du site comprennent la présence de personnel. Une personne est comptabilisée dans les bureaux en présence permanente.

La route d'accès à la zone d'activités n'est pas comptée, conformément à la circulaire du 10 mai 2010.

Pour les terrains non bâtis, il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha selon la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010.

Effets thermiques	Caractéristiques de la zone	Nombre de personnes potentiellement exposées par zone	Nombre de personnes potentiellement exposées au total
Seuil des Effets Létaux (SEL et SELS) 5 et 8 kW/m ²	Parking des poids lourds des TRANSPORTS PAPIN	8 personnes	< 10 personnes
	Bureaux des TRANSPORTS PAPIN	1 personne	
	Parcelle agricole	< 1 personne	
Seuil des Effets Irréversibles (SEI) 3 kW/m ²	Parking des poids lourds des TRANSPORTS PAPIN	8 personnes	< 10 personnes
	Bureaux des TRANSPORTS PAPIN	1 personne	
	Parcelle agricole	< 1 personne	

Les effets létaux concernent moins de 10 personnes.

La gravité est donc qualifiée de « catastrophique ».

8.6. Classement du scénario n°7

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario n°7 «Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane» est classé en zone de **risque élevé**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE			SCENARIO 7		
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE					

9. Modélisation du scénario n°8 « Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère »

9.1. Données d'entrée et hypothèses

Il s'agit de l'explosion du nuage de biogaz formé suite à un dysfonctionnement de la torchère de sécurité engendrant le rejet de biogaz imbrulé. Le nuage inflammable prend approximativement la forme d'une sphère puis, le nuage se déplace dans le sens du vent, tout en s'élevant et en se diluant. La concentration en biogaz dans le nuage est à la stœchiométrie.

La torchère possède les caractéristiques suivantes :

- Débit de biogaz : 500 Nm³/h,
- Diamètre : 1,25 m,
- Hauteur du rejet : 7 m,
- Température du rejet : 250°C.

La durée de la fuite est fixée à 5 secondes, compte tenu de la durée nécessaire à la fermeture des vannes de coupures (détection par les pressostats et action de fermeture). Cette durée est majorante pour ce type d'installation, la durée étant plutôt de l'ordre de 2 secondes.

L'inflammation du nuage entraîne la formation d'une boule de feu. La combustion rapide du nuage, à une vitesse de plusieurs dizaines de m/s, produit une onde de pression susceptible de se propager dans l'environnement sur de grandes distances. Les effets de pression de l'explosion du nuage sont déterminés à l'aide de la méthode multi-énergie, avec un indice de violence 4.

L'explosion UVCE engendre des effets de surpression et des effets thermiques, pouvant être supérieurs aux effets de surpression. Ces deux types d'effets sont donc modélisés.

Conformément à la fiche 3 de la circulaire du 10 mai 2010, les distances correspondant aux effets létaux et aux effets irréversibles sont dimensionnées par rapport à la LII (Limite Inférieure d'Inflammabilité). En effet, l'expérience montre qu'en pratique, les effets thermiques de l'UVCE ne sont pas dus au rayonnement thermique (très court) du nuage enflammé, mais uniquement au passage du front de flamme. Autrement dit, toute personne se trouvant sur le parcours de la flamme est susceptible de subir l'effet létaux, mais celui-ci n'excède pas la limite extrême atteinte par le front de flamme.

La fiche 3 de la circulaire du 10 mai 2010 précise aussi que les distances d'effets doivent être déterminées à minima dans 2 conditions météorologiques définies dans le tableau suivant (classes de stabilité de Pasquill).

Classe de stabilité de Pasquill	D5 – 20°C	F3 – 15°C
Conditions météorologiques correspondantes	Atmosphère neutre Vitesse du vent, à une altitude de 10 m, égale à 5 m/s Température ambiante égale à 20°C	Atmosphère très stable Vitesse du vent, à une altitude de 10 m, égale à 3 m/s Température ambiante égale à 15°C

Les modélisations de dispersion en vue de déterminer les distances des LII sont réalisées à l'aide du logiciel ALOHA-CAMEO®.

Le rejet est considéré se produire au niveau de la torchère (7 m du sol).

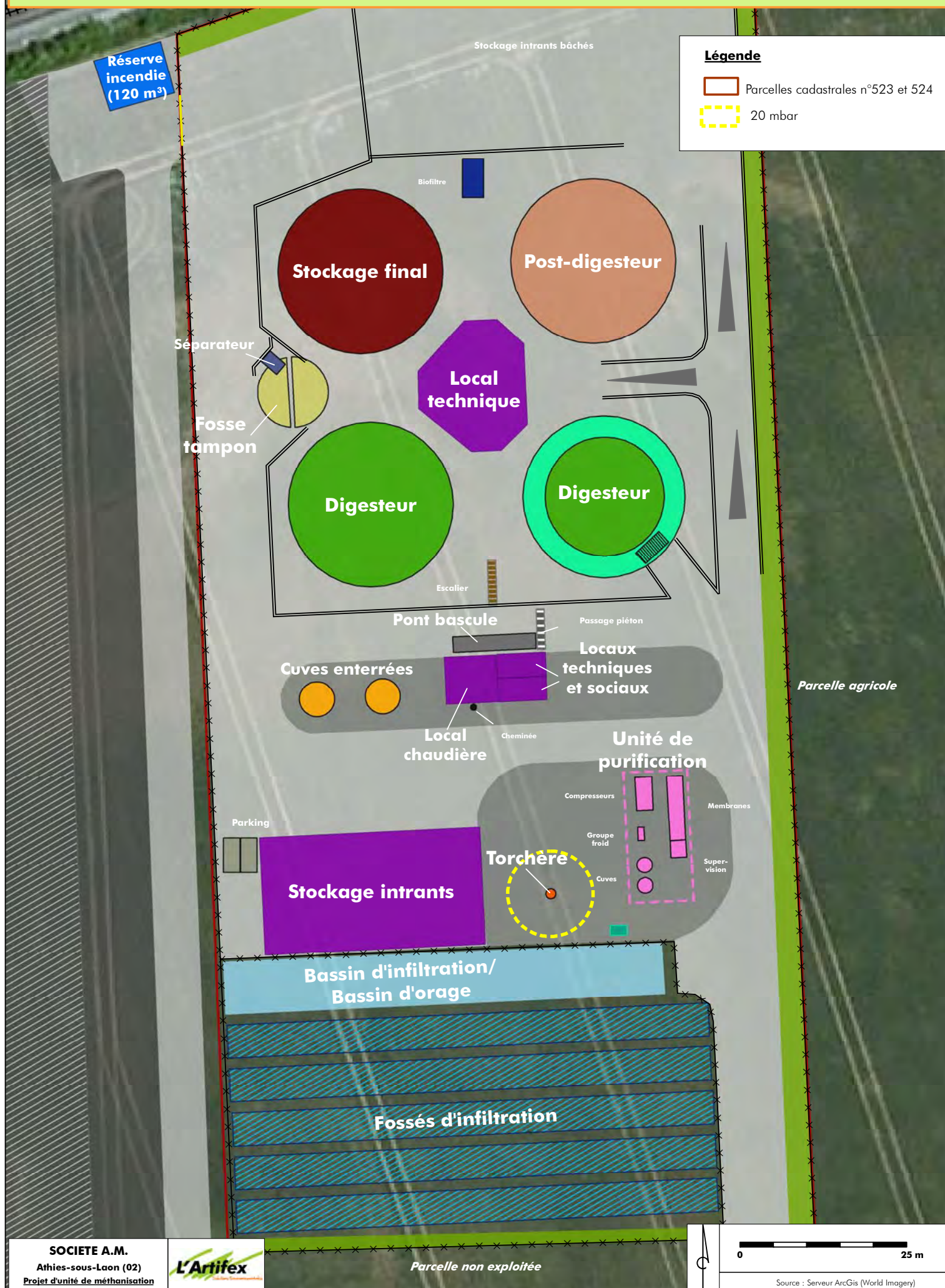
9.2. Effets de surpression

Les distances d'effets de surpression obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Les distances sont données à partir du point de fuite et pour une cible située au niveau du sol.

Illustration 20 : Distance d'effets du scénario n°8 « Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère » pour une cible au niveau du sol

(Source : Technisim Consultants)

Distances de la surpression réglementaire sans la prise en compte de la distance de la LIE		
200 mbar	[mètre]	Non atteint
140 mbar	[mètre]	Non atteint
50 mbar	[mètre]	Non atteint
20 mbar	[mètre]	6,4



9.3. Effets thermiques

Les distances d'effets thermiques obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant. Il s'agit des distances au niveau du sol, à partir du point de fuite.

Illustration 21 : Distance d'effets thermiques du scénario n°8 « Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère »

(Source : Technisim Consultants)

Distances d'atteinte du SELs et du SEL au sol		
Condition météorologique F3-15°C	[mètre]	Non atteint
Condition météorologique D5-20°C	[mètre]	Non atteint
Distances d'atteinte du SEL au sol		
Condition météorologique F3-15°C	[mètre]	Non atteint
Condition météorologique D5-20°C	[mètre]	Non atteint

Il n'y a pas d'effets thermiques au sol.

9.4. Cotation en probabilité

L'explosion d'un nuage de biogaz est un évènement qui a déjà été rencontré dans des installations de méthanisation d'après l'accidentologie.

Sans mise en place de mesures de prévention spécifiques, la classe de probabilité est C « Evènement improbable ».

9.5. Cotation en gravité

Les modélisations ont montré qu'il n'y avait pas d'effet thermique au niveau du sol. La cotation en gravité est donc réalisée à partir des effets de surpression.

Le nombre de personnes exposées à chaque zone d'effet est déterminé dans le tableau ci-après. Cette détermination se veut **majorante**, la fréquentation des zones étant fortement variable selon les moments de la journée et les périodes de l'année.

Les effets sont restreint à une distance de 6,4 m. Ils ne sortent pas de l'emprise du site.

Surpression maximale ΔP	Caractéristiques de la zone	Nombre de personnes potentiellement exposées par zone	Nombre de personnes potentiellement exposées au total
200 mbar Effets létaux significatifs Seuil des effets dominos	Non atteint	0	0
140 mbar Premiers effets létaux Effondrement des murs	Non atteint	0	0
50 mbar Bris de vitre (75%)	Non atteint	0	0
20 mbar Bris de vitres (10%)	Incluses dans les limites de l'établissement	0	0

La gravité est donc qualifiée de « modéré ».

9.6. Classement du scénario n°8

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario n°8 « Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère » est classé en zone de **risque moindre**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE			SCENARIO 8		

IV. ÉTUDE DU RISQUE INCENDIE

1. Description

Le déclenchement d'un incendie est lié à la présence de matières combustibles et d'une source d'ignition. Dans le cadre du projet, les combustibles considérés sont matières végétales ayant un faible taux d'humidité.

Le biogaz peut s'enflammer sans exploser. Le phénomène dangereux observé est le feu torche, c'est-à-dire l'inflammation d'une fuite de biogaz. Il peut se produire au niveau d'une rupture de canalisation de biogaz ou biométhane lorsqu'il y a une source d'ignition enflammant directement le gaz s'échappant de la canalisation.

Une modélisation des zones d'effets est réalisée pour chacun de ces scénarios suivants.

Phénomènes dangereux	Scénario majeur d'accident	
	N°	Désignation
INCENDIE	9	Incendie du stockage de matières végétales
	10	Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	11	Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane

2. Modélisation du scénario n°9 « Incendie du stockage de matières végétales »

2.1. Données d'entrée et hypothèses

La modélisation des flux thermiques générés par un incendie est réalisée selon le modèle de la flamme solide. Cette méthodologie est présentée dans le document de l'INERIS « Q2- Feux de nappe » ainsi que dans le « Yellow Book » du TNO.

Le stockage des matières végétales a les dimensions suivantes : 32 m de long et 18 m de large soit 576 m².

Les matières végétales sont assimilées à de la biomasse avec les caractéristiques suivantes :

- Vitesse de combustion : 0,0155 kg/(m².s) ;
- Pouvoir calorifique inférieur : 15 MJ/kg.

Les paramètres de la flamme sont :

- Hauteur de flamme : 13,05 m,
- Pouvoir émissif de la flamme : 17,9 kW/m².

2.2. Effets thermiques

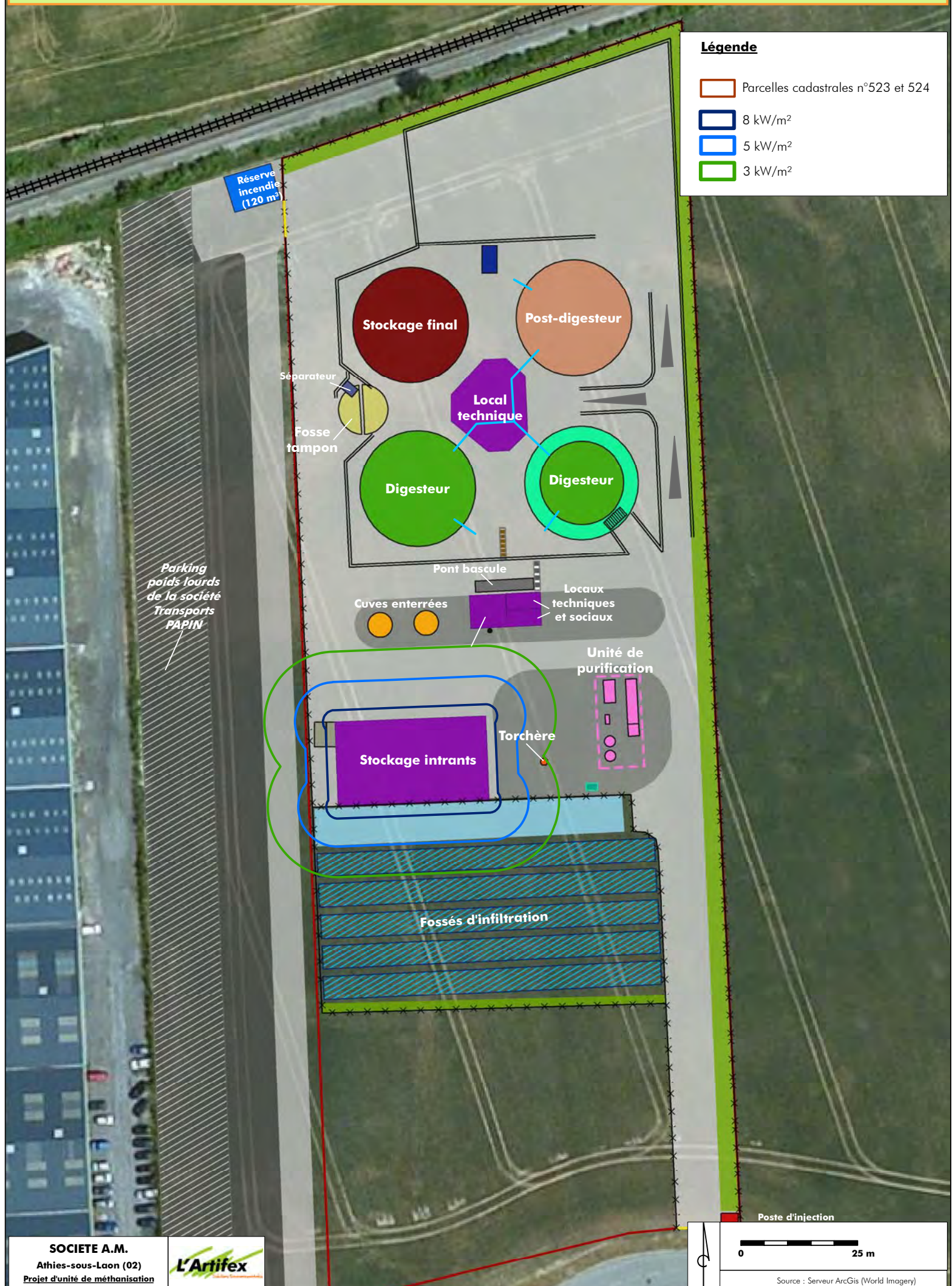
Les distances d'effets thermiques obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Il s'agit des distances au niveau du sol, à partir du bord du stockage.

Illustration 22 : Distance d'effets thermiques du scénario n°9 « Incendie du stockage de matières végétales »

(Source : Technisim Consultants)

	Flux thermiques reçus par une cible		
	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Côté du foyer de 32 mètres	2,5	8,5	15,0
Côté du foyer de 18 mètres	2,0	6,5	11,5

**Figure 12 : Effets thermiques pour le scénario n°9
« Incendie du stockage de matières végétales »**



2.3. Cotation en probabilité

L'incendie de la zone de stockage de matières végétales n'a pas été spécifiquement relevé dans l'accidentologie des installations de méthanisation mais ce type de stockage représente le risque d'incendie le plus important sur l'installation.

Sans mise en place de mesures de prévention spécifiques, **la classe de probabilité est C « Evènement improbable ».**

2.4. Cotation en gravité

Le nombre de personnes exposées à chaque zone d'effet est déterminé dans le tableau ci-après. Cette détermination se veut **majorante**, la fréquentation des zones étant fortement variable selon les moments de la journée et les périodes de l'année.

Le seuil de 8 kW/m² (seuil des effets dominos) est contenu dans l'enceinte du site et il n'y a pas d'effets dominos. Le seuil des effets irréversibles sort légèrement des limites de propriété à l'Ouest, au niveau du parking des TRANSPORTS PAPIN.

Effet thermique	Caractéristiques de la zone	Nombre de personnes potentiellement exposées
8 kW/m ² <i>Effets létaux significatifs</i> <i>Seuil des effets dominos</i>	Incluse dans l'établissement	0
5 kW/m ² <i>Premiers effets létaux</i> <i>Effondrement des murs</i>	Incluse dans l'établissement	0
3 kW/m ² <i>Bris de vitre (75%)</i>	Atteint d'une petite portion du parking des TRANSPORTS PAPIN	< 1 personne

La gravité est donc qualifiée de « modérée ».

2.5. Classement du scénario n°9

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario n°9 « Incendie du stockage de matières végétales » est classé en zone de **risque moindre**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE			SCENARIO 9		

3. Modélisation du scénario n°10 « Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »

3.1. Données d'entrée et hypothèses

Il s'agit de l'inflammation de la fuite de biogaz formée suite à la rupture guillotine d'une canalisation de biogaz.

La canalisation de biogaz possède les caractéristiques suivantes :

- diamètre 300 mm (DN300) valeur maximale,
- pression maximale de 4 mbar.

La fuite est supposée continue et est considéré au niveau du sol.

Le débit de fuite est calculé selon les méthodologies présentées dans le document de l'INERIS « Ω -19 – détermination des grandeurs caractéristiques du terme source nécessaires à l'utilisation d'un modèle de dispersion atmosphérique des rejets accidentels ». Le débit massique est obtenu selon l'équation suivante :

$$q_{S,0} = C_d \times A_p \times \psi \times \sqrt{(\rho_0 \times P_0 \times \gamma \times (2/(\gamma + 1)))^{(\gamma + 1)/(\gamma - 1)}} \quad [\text{kg/s}]$$

Avec

- C_d : Coefficient de décharge (= 1) ;
- A_p : Surface de la fuite [m^2] ;
- ρ_0 : Densité massique du gaz dans la canalisation [kg/m^3] ;
- ψ : « Outflow coefficient » ;
- P_0 : Pression interne de la canalisation [Pa].

Le débit de fuite calculé est de 1,67 kg/s.

Les modélisations sont réalisées suivant le modèle de Chamberlain [1987] aussi appelé le modèle de Thornton, présenté dans le Yellow Book (TNO) ainsi que dans le document de l'INERIS « Omega 8 – Feu Torche ».

La fiche 3 de la circulaire du 10 mai 2010 précise aussi que les distances d'effets doivent être déterminées à minima dans 2 conditions météorologiques définies dans le tableau suivant (classes de stabilité de Pasquill).

Classe de stabilité de Pasquill	D5 – 20°C	F3 – 15°C
Conditions météorologiques correspondantes	Atmosphère neutre Vitesse du vent, à une altitude de 10 m, égale à 5 m/s Température ambiante égale à 20°C	Atmosphère très stable Vitesse du vent, à une altitude de 10 m, égale à 3 m/s Température ambiante égale à 15°C

3.2. Effets thermiques

Les distances d'effets thermiques obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Il s'agit des distances au niveau du sol, à partir du point de fuite.

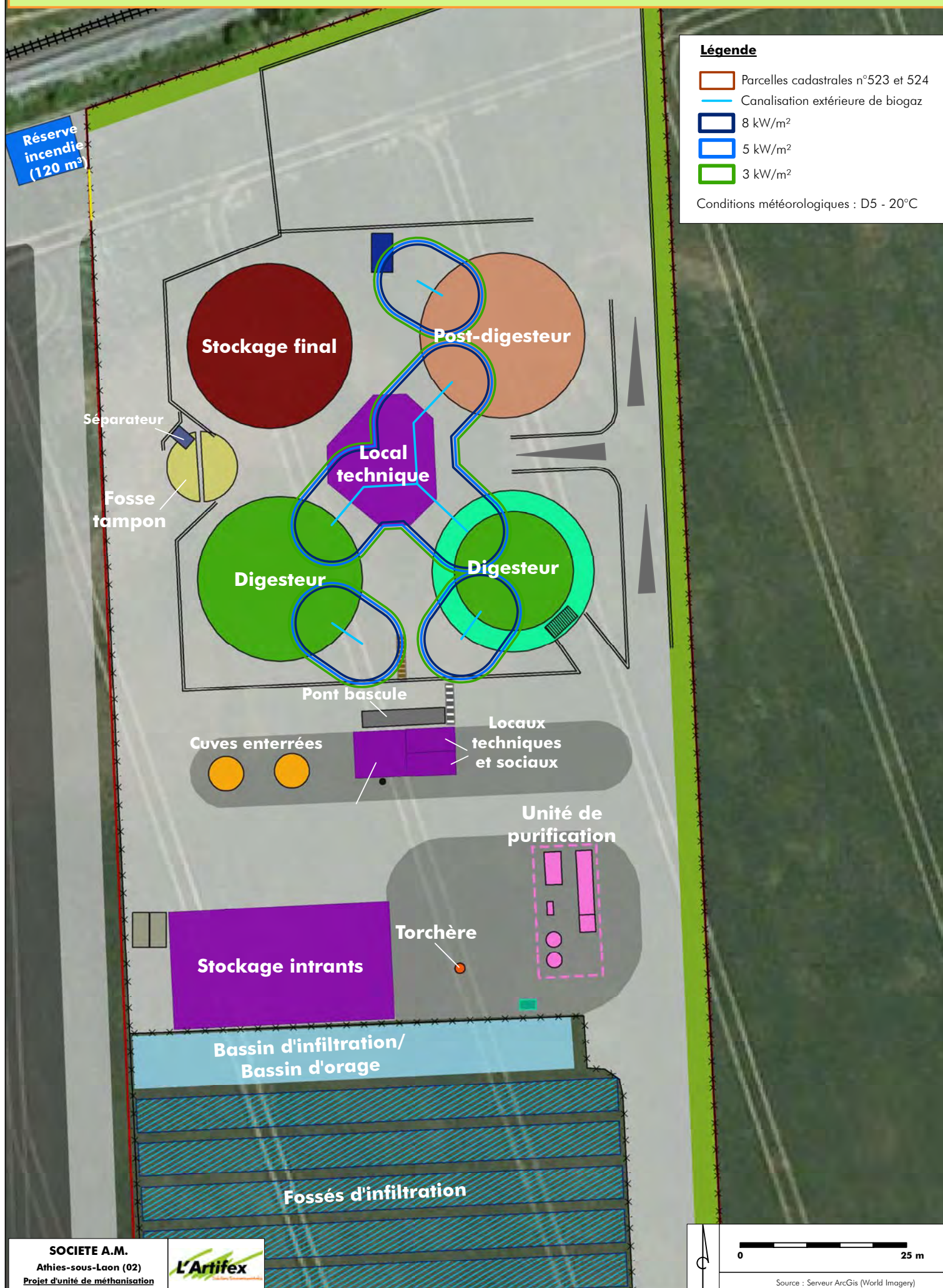
Illustration 23 : Distance d'effets thermiques du scénario n°10 « Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »
(Source : Technisim Consultants)

Flux thermiques reçu par une cible		8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Condition météorologique F3-15°C	[mètre]	5,5	6,0	6,5
Condition météorologique D5-20°C	[mètre]	5,5	6,0	6,5

Les zones d'effets sont restreintes (moins de 6,5 m). Il n'y a pas d'effets à l'extérieur du site. En cas de rupture guillotine au niveau de la canalisation en sortie des gazomètres, il y a un risque d'effet dominos sur les gazomètres (déclenchement d'une explosion) puisque le seuil des effets dominos (8 kW/m^2) est à environ 5,5 m.

L'illustration suivante schématise les zones d'effets sur les portions de canalisations aériennes. En réalité, la rupture guillotine n'a lieu qu'en un seul point, préférentiellement au niveau des raccords.

Figure 13 : Effets thermiques pour le scénario n°10
« Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »



3.3. Cotation en probabilité

L'apparition d'un feu torche a été observée sur des installations de méthanisation.

Sans mise en place de mesures de prévention spécifiques, la classe de probabilité est C « Evènement improbable ».

3.4. Cotation en gravité

Le nombre de personnes exposées à chaque zone d'effet est déterminé dans le tableau ci-après. Cette détermination se veut **majorante**, la fréquentation des zones étant fortement variable selon les moments de la journée et les périodes de l'année.

Effet thermique	Caractéristiques de la zone	Nombre de personnes potentiellement exposées
8 kW/m ² Effets létaux significatifs Seuil des effets dominos	Incluse dans l'établissement	0
5 kW/m ² Premiers effets létaux Effondrement des murs	Incluse dans l'établissement	0
3 kW/m ² Bris de vitre (75%)	Incluse dans l'établissement	0

Les effets létaux et irréversibles sont inclus dans les limites de propriété. Le niveau de gravité est « modéré ».

3.5. Classement du scénario n°10

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario n°10 « Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz » est classé en zone de **risque moindre**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE			SCENARIO 10		

4. Modélisation du scénario n°11 « Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane »

4.1. Données d'entrée et hypothèses

Il s'agit de l'inflammation de la fuite de biométhane formée suite à la rupture guillotine d'une canalisation de biogaz.

La canalisation de biogaz possède les caractéristiques suivantes :

- diamètre 150 mm (DN150),
- pression maximale interne de 24 bar.

La fuite est supposée continue et est considéré au niveau du sol.

Le débit de fuite est calculé selon les méthodologies présentées dans le document de l'INERIS « *Ω-19 – détermination des grandeurs caractéristiques du terme source nécessaires à l'utilisation d'un modèle de dispersion atmosphérique des rejets accidentels* ».

Le débit de fuite obtenu est de 39,5 kg/s.

Les modélisations sont réalisées suivant le modèle de Chamberlain [1987] aussi appelé le modèle de Thornton, présenté dans le Yellow Book (TNO) ainsi que dans le document de l'INERIS « Omega 8 – Feu Torche ».

La fiche 3 de la circulaire du 10 mai 2010 précise aussi que les distances d'effets doivent être déterminées à minima dans 2 conditions météorologiques définies dans le tableau suivant (classes de stabilité de Pasquill).

Classe de stabilité de Pasquill	D5 – 20°C	F3 – 15°C
Conditions météorologiques correspondantes	Atmosphère neutre Vitesse du vent, à une altitude de 10 m, égale à 5 m/s Température ambiante égale à 20°C	Atmosphère très stable Vitesse du vent, à une altitude de 10 m, égale à 3 m/s Température ambiante égale à 15°C

4.2. Effets thermiques

Les distances d'effets thermiques obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Il s'agit des distances au niveau du sol, à partir du point de fuite.

Illustration 24 : Distance d'effets thermiques du scénario n°11 « Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane »

(Source : Technisim Consultants)

Flux thermiques reçu par une cible		8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Condition météorologique F3-15°C	[mètre]	18,0	19,0	20,5
Condition météorologique D5-20°C	[mètre]	16,0	17,0	18,5

Le seuil des effets dominos (8 kW/m²) atteint les équipements de l'unité de purification, la torchère et les locaux sociaux.

Les effets létaux atteignent la limite de propriété au niveau de la parcelle agricole voisine mais ne sortent pas du site. Par contre les effets irréversibles comprennent une petite portion de la parcelle agricole.

L'illustration suivante schématise les zones d'effets sur les portions de canalisations aériennes. En réalité, la rupture guillotine n'a lieu qu'en un seul point, préférentiellement au niveau des raccords.

Figure 14 : Effets thermiques pour le scénario n°11
« Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane »



4.3. Cotation en probabilité

L'apparition d'un feu torche a été observée sur des installations de méthanisation.

Sans mise en place de mesures de prévention spécifiques, la classe de probabilité est C « Evènement improbable ».

4.4. Cotation en gravité

Le nombre de personnes exposées à chaque zone d'effet est déterminé dans le tableau ci-après. Cette détermination se veut **majorante**, la fréquentation des zones étant fortement variable selon les moments de la journée et les périodes de l'année.

Les effets indirects sortent sur une portion de la parcelle agricole voisine. Pour les terrains non bâtis, il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha selon la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010.

Effet thermique	Caractéristiques de la zone	Nombre de personnes potentiellement exposées par zone	Nombre de personnes potentiellement exposées au total
8 kW/m ² Effets létaux significatifs Seuil des effets dominos	Incluse dans l'établissement	0	0
5 kW/m ² Premiers effets létaux Effondrement des murs	Incluse dans l'établissement	0	0
3 kW/m ² Bris de vitre (75%)	Incluse dans l'établissement	0	< 1 personne
	Parcelle agricole	< 1 personne	

Les effets létaux et irréversibles concernent moins d'une personne. Le niveau de gravité est « modéré ».

4.5. Classement du scénario n°11

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario n°11 « Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane » est classé en zone de **risque moindre**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE			SCENARIO 11		

V. ÉTUDE DU RISQUE DE DÉGAGEMENTS TOXIQUES

1. Description

Sur une installation de méthanisation, le dégagement toxique est principalement lié à l'hydrogène sulfuré, composé fortement toxique même pour de faibles concentrations (effets dès 100 ppm). D'autres gaz inertes tels que le méthane et le dioxyde de carbone peuvent avoir un effet asphyxiant en espace confiné. Ce risque d'anoxie est moindre (toxicité pour de grandes quantités de gaz en espace non aéré).

Le biogaz contient de l'hydrogène sulfuré. La ruine des gazomètres, la fuite d'une canalisation ou un dysfonctionnement de la torchère peuvent être à l'origine d'un dégagement massif de biogaz et donc d'hydrogène sulfuré.

Le biométhane ne contient de l'hydrogène sulfuré qu'à l'état de trace, son dégagement n'est pas source d'une dispersion toxique.

Une modélisation des zones d'effets est réalisée pour chacun de ces scénarios suivants.

Phénomènes dangereux	Scénario majeur d'accident	
	N°	Désignation
DÉGAGEMENT TOXIQUE H ₂ S	12	Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres
	13	Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	14	Dégagement toxique suite à un dysfonctionnement de la torchère

1. Modélisation du scénario n°12 « Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres »

1.1. Données d'entrée et hypothèses

La ruine des gazomètres engendrent la libération du biogaz qu'il contient. Le nuage de biogaz, s'il ne s'enflamme pas, se déplace et se dilue en engendrant la dispersion d'hydrogène sulfuré.

Les volumes de biogaz dans les gazomètres sont :

- Gazomètre sur digesteur 1 : 800 m³,
- Gazomètre sur digesteur 2 : 1 450 m³
- Gazomètre sur post-digesteur : 1 450 m³.

Le rejet est considéré se produire à 8,5 m.

Les modélisations de dispersion sont réalisées à l'aide du logiciel ALOHA-CAMEO®.

La fiche 2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise aussi que les distances d'effets doivent être déterminées pour plusieurs conditions météorologiques lorsque le rejet se fait en hauteur, les conditions de stabilité de Pasquill D5-20°C et F3-15°C ne sont pas suffisantes. Les conditions à étudier sont :

Classe de stabilité de Pasquill à considérer pour un rejet en hauteur	A3 – 20°C
	B3 – 20°C
	B5 – 20°C
	C5 – 20°C
	C10 – 20°C
	D5 – 20°C
	D10 – 20°C
	E3 – 15°C
	F3 – 15°C

Les valeurs toxicologiques de références de l'hydrogène sulfuré utilisées sont celles de l'INERIS pour une durée d'exposition de 10 minutes :

- Seuil des effets létaux significatifs : 769 ppm,
- Seuil des premiers effets létaux : 688 ppm,
- Seuil des effets irréversibles : 150 ppm.

La durée d'exposition retenue est de 10 minutes. Cette durée correspond au temps de confinement de la population en cas d'alerte. En effet, une **procédure d'alerte sera mise en place par l'exploitant afin de prévenir la population en cas de dégagement massif de biogaz.**

La teneur en hydrogène sulfuré dans le biogaz varie en fonction des intrants et du traitement par ajout d'hydroxyde de fer. En fonctionnement normal, la teneur est de 200 ppm, garantie par l'ajout d'hydroxyde de fer. En cas de non traitement de l'hydrogène sulfuré, une teneur de 1 000 ppm est considérée pour évaluer les effets toxiques s'il n'y avait pas d'ajout d'hydroxyde de fer.

Donc, deux cas sont étudiés selon la teneur en hydrogène sulfuré :

- En fonctionnement normal : 200 ppm,
- En l'absence de traitement : 1 000 ppm.

1.2. Effets toxiques

Les distances d'effets toxiques obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Les distances sont données à partir du centre du gazomètre et pour une cible située au niveau du sol.

Les conditions météorologiques F3 – 15°C sont majorantes. Les résultats mettent en évidence qu'un dysfonctionnement engendre des effets toxiques beaucoup plus importants qu'en fonctionnement normal (distances doublées).

La modélisation avec une teneur de 1 000 ppm n'est pas schématisée sur la figure suivante et n'est pas retenue pour la cotation en gravité du scénario. Cette teneur ne pouvant pas être atteinte grâce à l'ajout d'hydroxyde de fer. Néanmoins, la modélisation montre l'importance du contrôle de la teneur en hydrogène sulfuré. Ce point sera repris en maîtrise des risques.

Illustration 25 : Distance d'effets du scénario n°12 « Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres » pour une cible au niveau du sol
(Source : Technisim Consultants)

Teneur en H ₂ S : 200 ppm	Gazomètre 1			Gazomètre 2			Post-digesteur		
Condition météorologique	SELs	SPEL	SEI	SELs	SPEL	SEI	SELs	SPEL	SEI
A3 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	11	11	23	11	11	23
B3 – 20°C	11	11	22	12	13	31	12	13	31
B5 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
C5 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
C10 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
D5 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
D10 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
E3 – 15°C	21	22	47	28	30	62	28	30	62
F3 – 15°C	26	28	60	34	36	81	34	36	81
Teneur en H ₂ S : 1 000 ppm	Gazomètre 1			Gazomètre 2			Post-digesteur		
Condition météorologique	SELs	SPEL	SEI	SELs	SPEL	SEI	SELs	SPEL	SEI
A3 – 20°C	19	20	41	23	24	55	23	24	55
B3 – 20°C	22	23	49	30	31	67	30	31	67
B5 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
C5 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	29	31	66	29	31	66
C10 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
D5 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	35	39	84	35	39	84
D10 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
E3 – 15°C	44	46	102	57	62	141	57	62	141
F3 – 15°C	54	59	136	74	79	184	74	79	184

Figure 15 : Effets toxique pour le scénario n°12
« Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres »



1.3. Cotation en probabilité

Le dégagement d'H₂S est un évènement qui a déjà eu lieu sur une installation de méthanisation. La classe de probabilité est **C « Evènement improbable »**.

1.4. Cotation en gravité

Le nombre de personnes exposées à chaque zone d'effet est déterminé dans le tableau ci-après. Cette détermination se veut **majorante**, la fréquentation des zones étant fortement variable selon les moments de la journée et les périodes de l'année.

Le site se situe en zone d'activité. Il convient donc de prendre en compte le nombre de salarié des entreprises concernées d'après la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010. Le parking de poids lourds de l'entreprise voisine des Transports Papin compte 60 places. Les camions y sont stationnés lorsqu'ils ne sont pas utilisés pour le transport. Les conducteurs ne sont pas présents simultanément sur le parking. Le nombre de personnes exposés est d'environ 8 personnes (présentes simultanément sur le parking).

Les effets indirects atteignent une portion du bâtiment des Transports Papin. Il s'agit d'un bâtiment dédié au stockage. Il n'y a pas de personnel à l'intérieur. De plus, les personnes à l'intérieur d'un bâtiment ne sont pas exposées aux effets toxiques (confinement).

Pour les terrains non bâtis, il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha selon la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010.

Effets toxiques	Caractéristiques de la zone	Nombre de personnes potentiellement exposées par zone	Nombre de personnes potentiellement exposées au total
Effets létaux significatifs SELs	Inclus dans l'établissement	0	0
Premiers effets létaux SPEL	Portion de la voie d'accès pompier	< 1 personne	< 1 personne
Effets indirects SEI	Parking des poids lourds des TRANSPORTS PAPIN	8 personnes	< 10 personne
	Entrepôt des TRANSPORTS PAPIN	0	
	Parcelle agricole	< 1 personne	

Les effets premiers létaux concernent moins d'une personne et les effets indirects concernent moins de 10 personnes. **La gravité est donc qualifiée de « sérieux »**.

1.5. Classement du scénario n°12

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario n°12 « Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres » est classé en zone de **risque intermédiaire**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX			SCENARIO 12		
MODERE					

2. Modélisation du scénario n°13 « Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »

2.1. Données d'entrée et hypothèses

Une fuite sur une canalisation engendre la libération du biogaz. Le nuage de biogaz, s'il ne s'enflamme pas, se déplace et se dilue en engendrant la dispersion d'hydrogène sulfuré.

La canalisation de biogaz possède les caractéristiques suivantes :

- diamètre 300 mm (DN300) valeur maximale,
- pression maximale de 4 mbar.

Le rejet est considéré se produire au niveau du sol. Il est considéré une fuite alimentée de 60 minutes pour majorer les effets et étudier une exposition de 60 minutes.

Le débit de fuite est calculé selon les méthodologies présentées dans le document de l'INERIS « Q-19 – détermination des grandeurs caractéristiques du terme source nécessaires à l'utilisation d'un modèle de dispersion atmosphérique des rejets accidentels ».

Le débit massique calculé est de 1,67 kg/s (de biogaz). Les débits massiques de H₂S sont alors :

- 200 ppm : 4,8E-04 m³_{H₂S}/s,
- 1000 ppm : 2,4E-03 m³_{H₂S}/s.

Les modélisations de dispersion sont réalisées à l'aide du logiciel ALOHA-CAMEO®.

La fiche 2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise aussi que les distances d'effets doivent être déterminées pour plusieurs conditions météorologiques lorsque le rejet se fait en hauteur, les conditions de stabilité de Pasquill D5-20°C et F3-15°C ne sont pas suffisantes. Les conditions à étudiées sont :

Classe de stabilité de Pasquill à considérer pour un rejet en hauteur	A3 – 20°C
	B3 – 20°C
	B5 – 20°C
	C5 – 20°C
	C10 – 20°C
	D5 – 20°C
	D10 – 20°C
	E3 – 15°C
	F3 – 15°C

Les valeurs toxicologiques de références de l'hydrogène sulfuré utilisées sont celles de l'INERIS pour une durée d'exposition de 60 minutes :

- Seuil des effets létaux significatifs : 414 ppm,
- Seuil des premiers effets létaux : 372 ppm,
- Seuil des effets irréversibles : 80 ppm.

La teneur en hydrogène sulfuré dans le biogaz varie en fonction des intrants et du traitement par ajout d'hydroxyde de fer. En fonctionnement normal, la teneur est de 200 ppm, garantie par l'ajout d'hydroxyde de fer. En cas de non traitement de l'hydrogène sulfuré, une teneur de 1 000 ppm est considérée pour évaluer les effets toxiques s'il n'y avait pas d'ajout d'hydroxyde de fer.

Donc, deux cas sont étudiés selon la teneur en hydrogène sulfuré :

- En fonctionnement normal : 200 ppm,
- En l'absence de traitement : 1 000 ppm.

2.2. Effets toxiques

Les distances d'effets toxiques obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Les distances sont données à partir du point de fuite et pour une cible située au niveau du sol.

Les conditions météorologiques F3 – 15°C et E3 – 15°C sont majorantes. Les résultats mettent en évidence qu'un dysfonctionnement engendre des effets toxiques beaucoup plus importants qu'en fonctionnement normal (distances doublées).

La modélisation avec une teneur de 1 000 ppm n'est pas schématisée sur la figure suivante et n'est pas retenue pour la cotation en gravité du scénario. Cette teneur ne pouvant pas être atteinte grâce à l'ajout d'hydroxyde de fer. Néanmoins, la modélisation montre l'importance du contrôle de la teneur en hydrogène sulfuré. Ce point sera repris en maîtrise des risques.

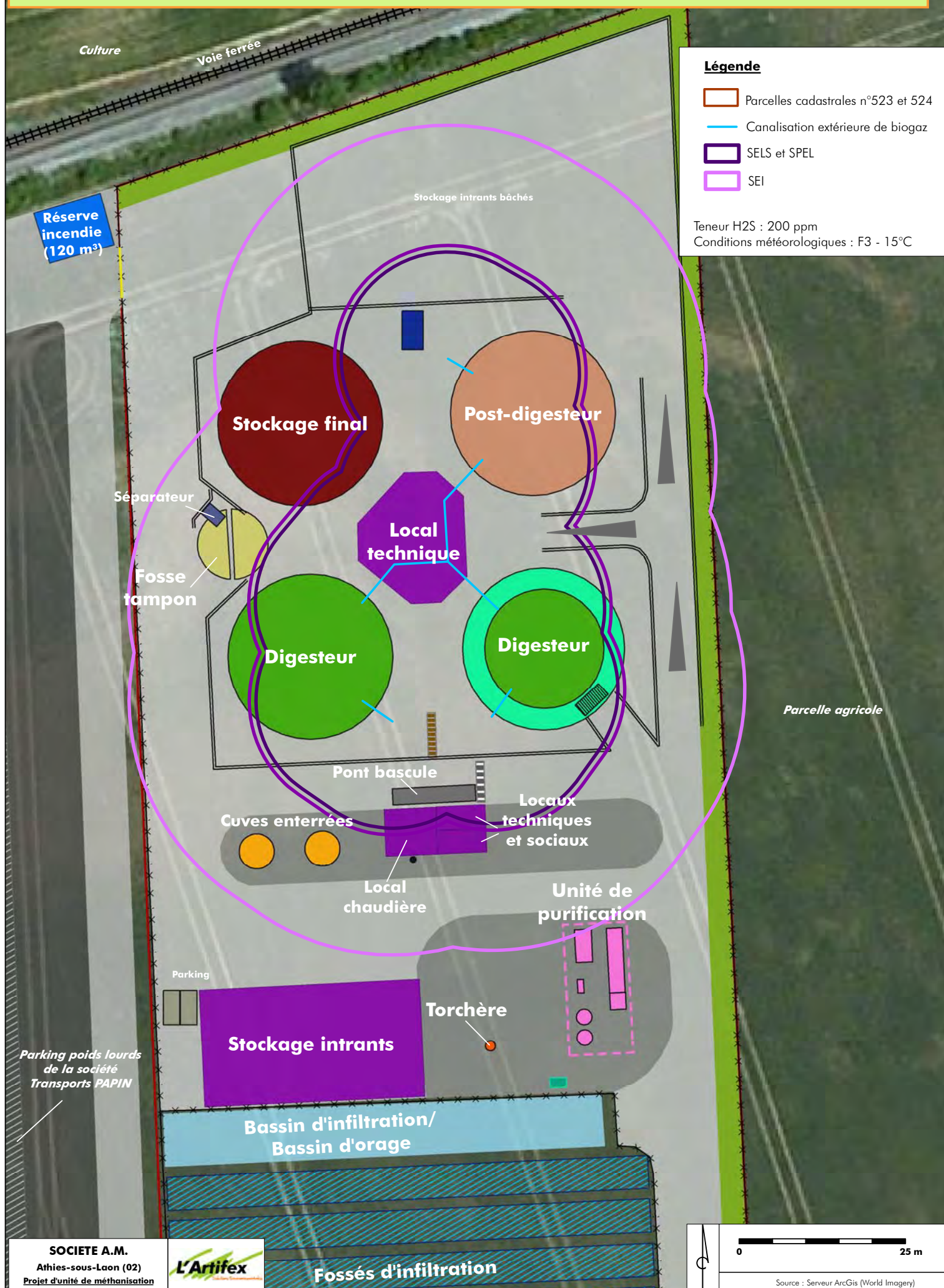
Illustration 26 : Distance d'effets du scénario n°13 « Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz » pour une cible au niveau du sol

(Source : Technisim Consultants)

DN300 – P _{interne} = 4 mbar	Teneur en H ₂ S : 200 ppm			Teneur en H ₂ S : 1000 ppm		
Condition météorologique	SELs	SPEL	SEI	SELs	SPEL	SEI
A3 – 20°C	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
B3 – 20°C	< 10	< 10	< 10	11	13	30
B5 – 20°C	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	11
C5 – 20°C	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	16
C10 – 20°C	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	11
D5 – 20°C	< 10	< 10	10	10	11	23
D10 – 20°C	< 10	< 10	10	< 10	< 10	16
E3 – 15°C	10	10	22	28	29	61
F3 – 15°C	16	17	35	34	36	79

L'illustration suivante schématise les zones d'effets sur les portions de canalisations aériennes. En réalité, la rupture guillotine n'a lieu qu'en un seul point, préférentiellement au niveau des raccords.

Figure 16 : Effets de surpression pour le scénario n°13
« Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz »



2.3. Cotation en probabilité

Le dégagement d'H₂S est un évènement qui a déjà eu lieu sur une installation de méthanisation. La classe de probabilité est **C « Evènement improbable »**.

2.4. Cotation en gravité

Le nombre de personnes exposées à chaque zone d'effet est déterminé dans le tableau ci-après. Cette détermination se veut **majorante**, la fréquentation des zones étant fortement variable selon les moments de la journée et les périodes de l'année.

Les effets létaux ne sortent pas du site. Les effets indirects sortent légèrement des limites de propriété sur la parcelle agricole à l'Est.

Pour les terrains non bâtis, il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha selon la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010.

Effets toxiques	Caractéristiques de la zone	Nombre de personnes potentiellement exposées par zone	Nombre de personnes potentiellement exposées au total
<i>Effets létaux significatifs SELs</i>	Incluse dans l'établissement	0	0
<i>Premiers effets létaux SPEL</i>	Incluse dans l'établissement	0	0
<i>Effets indirects SEI</i>	Parcelle agricole	< 1 personne	< 1 personne

Les effets irréversibles concernent moins d'une personne et il n'y a pas d'effets létaux en dehors de l'établissement. **La gravité est donc qualifiée de « modéré »**.

2.5. Classement du scénario n°13

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario n°13 « Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz » est classé en zone de **risque moindre**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE			SCENARIO 13		

3. Modélisation du scénario n°14 « Dégagement toxique suite à un dysfonctionnement de la torchère »

3.1. Données d'entrée et hypothèses

Un dysfonctionnement de la torchère engendre la libération du biogaz imbrûlé. Le nuage de biogaz, s'il ne s'enflamme pas, se déplace et se dilue en engendrant la dispersion d'hydrogène sulfuré.

La torchère possède les caractéristiques suivantes :

- Débit de biogaz : 500 Nm³/h,
- Diamètre : 1,25 m,
- Hauteur du rejet : 7 m,
- Température du rejet : 250°C.

Le rejet est considéré se produire à 7 m.

Les modélisations de dispersion sont réalisées à l'aide du logiciel ALOHA-CAMEO®.

La fiche 2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise aussi que les distances d'effets doivent être déterminées pour plusieurs conditions météorologiques lorsque le rejet se fait en hauteur, les conditions de stabilité de Pasquill D5-20°C et F3-15°C ne sont pas suffisantes. Les conditions à étudiées sont :

Classe de stabilité de Pasquill à considérer pour un rejet en hauteur	A3 – 20°C
	B3 – 20°C
	B5 – 20°C
	C5 – 20°C
	C10 – 20°C
	D5 – 20°C
	D10 – 20°C
	E3 – 15°C
	F3 – 15°C

Les valeurs toxicologiques de références de l'hydrogène sulfuré utilisées sont celles de l'INERIS pour une durée d'exposition de 60 minutes :

- Seuil des effets létaux significatifs : 414 ppm,
- Seuil des premiers effets létaux : 372 ppm,
- Seuil des effets irréversibles : 80 ppm.

La teneur en hydrogène sulfuré dans le biogaz varie en fonction des intrants et du traitement par ajout d'hydroxyde de fer. En fonctionnement normal, la teneur est de 200 ppm, garantie par l'ajout d'hydroxyde de fer. En cas de non traitement de l'hydrogène sulfuré, une teneur de 1 000 ppm est considérée pour évaluer les effets toxiques s'il n'y avait pas d'ajout d'hydroxyde de fer.

Donc, deux cas sont étudiés selon la teneur en hydrogène sulfuré :

- En fonctionnement normal : 200 ppm,
- En l'absence de traitement : 1 000 ppm.

3.2. Effets toxiques

Les distances d'effets toxiques obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant et représentées sur la figure suivante. Les distances sont données à partir du point de fuite et pour une cible située au niveau du sol.

Les seuils ne sont pas atteints.

Illustration 27 : Distance d'effets du scénario n°14 « Dégagement toxique suite à un dysfonctionnement de la torchère » pour une cible au niveau du sol

(Source : Technisim Consultants)

Torchère	Teneur en H ₂ S : 200 ppm			Teneur en H ₂ S : 1000 ppm		
Condition météorologique	SEIs	SPEL	SEI	SEIs	SPEL	SEI
A3 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
B3 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
B5 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
C5 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
C10 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
D5 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
D10 – 20°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
E3 – 15°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
F3 – 15°C	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint

L'illustration suivante schématise les zones d'effets sur les portions de canalisations aériennes. En réalité, la rupture guillotine n'a lieu qu'en un seul point, préférentiellement au niveau des raccords.

3.3. Cotation en probabilité

Le dégagement d'H₂S est un évènement qui a déjà eu lieu sur une installation de méthanisation. La classe de probabilité est **C « Evènement improbable »**.

3.4. Cotation en gravité

Il n'y a pas d'effets toxiques. La gravité est donc qualifiée de « modéré ».

3.5. Classement du scénario n°14

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario n°14 « Dégagement toxique suite à un dysfonctionnement de la torchère » est classé en zone de **risque moindre**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE			SCENARIO 14		

VI. ÉTUDE DU RISQUE DE DEVERSEMENT DE MATIERES

1. Description

Le déversement de matières dans le milieu est causé par la ruine d'une cuve (digesteurs, post-digester, stockage digestat) qui engendre un épandage en dehors des aires bétonnées par effet vague.

Ce scénario a été retenu, comme mentionné dans le tableau suivant. Il sera étudié de manière qualitative.

Phénomènes dangereux	Scénario majeur d'accident	
	N°	Désignation
DEVERSEMENT DE MATIERES	15	Déversement de matières suite à la ruine des digesteurs/post-digester

2. Etude qualitative du scénario n°15 « Déversement de matières suite à la ruine des digesteurs/post-digester »

Les matières peuvent engendrer une pollution du milieu naturel par l'intermédiaire du sol (infiltration). Il n'y a pas de cours d'eau à proximité du site. Les eaux souterraines peuvent être atteintes par infiltration.

Les effets sur l'environnement sont potentiellement :

- Les matières en suspension augmentent la turbidité préjudiciable à la photosynthèse, à la respiration des poissons et colmatent les milieux aquatiques.
- Les matières organiques asphyxient le milieu par consommation de l'oxygène dissous.
- L'azote engendre l'eutrophisation des milieux aquatiques par excès de matières nutritives pour les algues et conduisant à l'asphyxie des milieux.

Le déversement de matières à l'extérieur de la zone de rétention par effet vague pourrait se répandre sur le parking de poids lourds de la société voisine Transports Papin, sur la parcelle agricole voisine ou sur la voie ferrée. Il semble improbable que ce déversement de matières puissent engendrer des effets sur les personnes, puisqu'aucun captage d'eau potable n'est en lien avec le site. L'habitation la plus proche est à 140 m au Sud et 250 m au Nord.

3. Cotation en probabilité

Le déversement de matières a été observé dans l'accidentologie et des mesures correctives ont été intégrées dans la conception de l'installation. **La classe de probabilité est D « Événement très improbable ».**

4. Cotation en gravité

Il n'y a pas d'effets sur les personnes à l'extérieur du site. **La gravité est alors modérée.**

5. Classement du scénario n°15

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario n°15 « Déversement de matières suite à la ruine des digesteurs/post-digester » est classé en zone de **risque moindre**.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE		SCENARIO 15			

VII. SYNTHESE DES EVENEMENTS MAJEURS

Les scénarios d'accident qui ont été étudiés sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Phénomènes dangereux	Scénario majeur d'accident	
	N°	Désignation
EXPLOSION VCE (en espace confiné)	1	Explosion VCE dans les digesteurs et post-digesteur en fonctionnement à vide
	2	Explosion VCE dans le local chaudière
	3	Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification
	4	Explosion VCE du poste d'injection de biométhane
EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	5	Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres
	6	Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	7	Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane
	8	Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère
INCENDIE	9	Incendie du stockage de matières végétales
	10	Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	11	Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane
DEGAGEMENT TOXIQUE H ₂ S	12	Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres
	13	Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	14	Dégagement toxique suite à un dysfonctionnement de la torchère
DEVERSEMENT DE MATIERES	15	Déversement de matières suite à la ruine des digesteurs/post-digesteur

Le classement en probabilité et gravité de l'ensemble des scénarios est synthétisé ci-après.

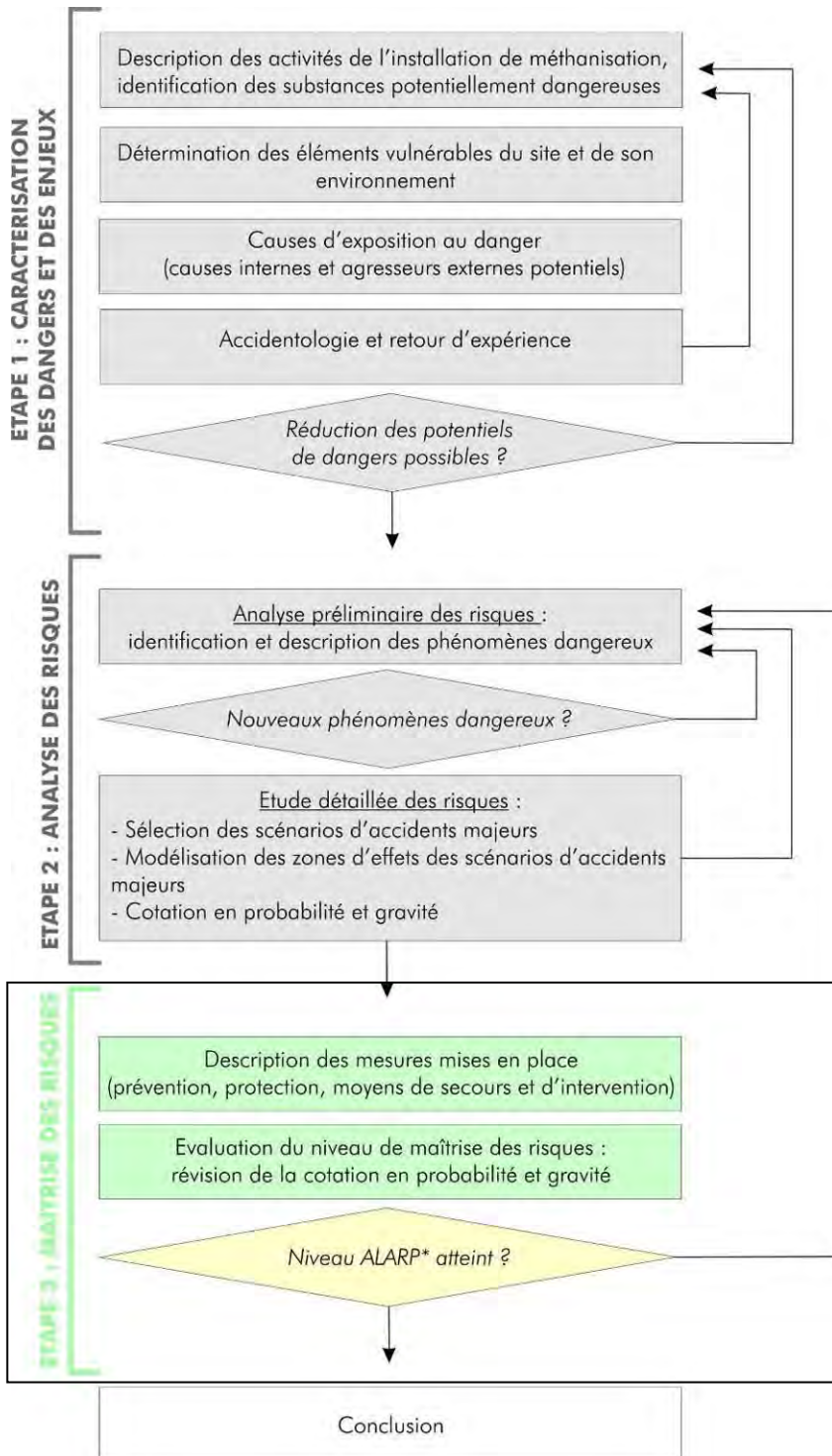
Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE			7		
IMPORTANT					
SERIEUX			1, 2, 5, 12		
MODERE		15	3, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14		

Remarque : le scénario n°4 n'est pas classé dans le tableau puisqu'il s'agit d'un scénario d'accident sur le poste d'injection, élément non inclus dans le périmètre ICPE de la société A.M. – ATHIES METHANISATION. Ce scénario a été étudié afin de déterminer les effets d'un éventuel accident au niveau du poste d'injection sur les équipements du site de méthanisation.

Il apparaît que plusieurs scénarios sont en **risque intermédiaire** et un scénario est en **risque élevé**. Il convient donc de mettre en place des mesures de prévention et de protection afin de réduire leur probabilité et/ou gravité. Des mesures sont aussi mises en place pour les autres scénarios de **risque moindre**.

PARTIE 3 : MAITRISE DES RISQUES

L'analyse des risques précédente a permis de mettre en évidence les phénomènes dangereux existants sur l'installation. Des scénarios d'accidents ont alors été déterminés : explosions VCE, explosions UVCE, incendie, feu torche, dispersion toxique, déversement massif dans le milieu naturel. La cotation en probabilité et gravité a fait ressortir les risques intermédiaires.



Objectifs :

- ✓ Détailler les mesures de protection, de prévention et les moyens de secours et d'intervention
- ✓ Réviser la cotation en probabilité et gravité des scénarios d'accident en prenant en compte les mesures
- ✓ Evaluer le niveau de maîtrise des risques

*Niveau ALARP (As Low As Reasonably Praticable) = niveau de risque aussi bas que raisonnablement réalisable

I. PREVENTION ET MAITRISE DES RISQUES ELEVES

Le scénario suivant a été identifié comme un risque élevé. L'exploitant a mis en place des mesures spécifiques afin de réduire le niveau du risque.

Phénomènes dangereux	Scénario majeur d'accident en risque élevé	
	N°	Désignation
EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	7	Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane

1. Barrières préventives spécifiques

La rupture guillotine d'une canalisation peut avoir lieu au niveau des raccords ou dans la canalisation suite à un choc. Les canalisations aériennes sont exposées à ce risque.

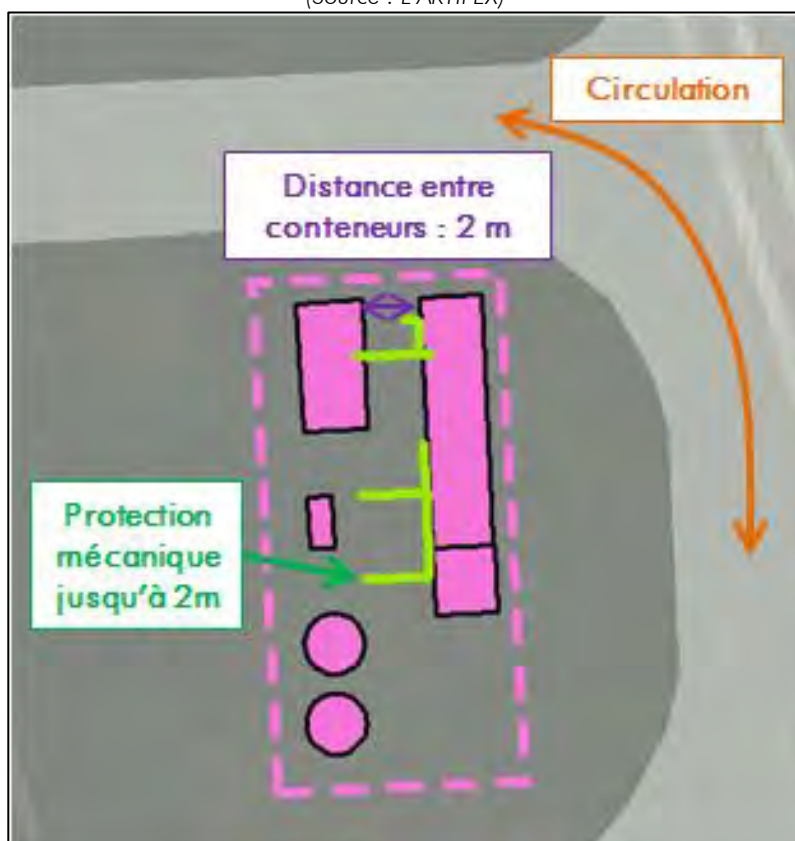
Pour pallier au risque de choc, les canalisations de biométhane aériennes sont positionnées entre les équipements de l'unité de purification, à l'écart des zones de circulation. L'écart est de 2 m entre le conteneur des compresseurs et le conteneur des membranes, espace où se positionnent les canalisations aériennes de biométhane. Cet espace ne permet pas le passage d'un engin susceptible de créer une rupture guillotine sur la canalisation.

De plus, pour éviter tout choc, les canalisations identifiées et des panneaux indiquent l'interdiction de circulation et les risques encourus. Les canalisations en acier inox sont équipées de structures métalliques pour augmenter leur résistance aux chocs. Cette structure métallique atteint une hauteur de 2 m.

Ainsi, il n'est pas possible d'atteindre les canalisations aériennes.

Illustration 28 : Mesures de prévention de la rupture guillotine sur les canalisations de biométhane aériennes

(Source : L'ARTIFEX)



Le risque de rupture des canalisations a été pris en compte dans la conception des installations. La liste des organes de sécurité mis en place est détaillée dans le tableau ci-dessous.

Equipement	Organe de sécurité associé
Canalisations aériennes de biométhane	Canalisations en acier inox Protection mécanique jusqu'à 2 m pour les canalisations aériennes Positionnement des canalisations dans une zone inaccessible par les engins Raccords souples anti-vibrations Capteur de pression (haute) Vannes de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biométhane Positionnement en dehors des zones de circulation Identification des canalisations et panneaux de dangers Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue

Les canalisations sont en acier inox, matériau adapté au biométhane. Les fuites peuvent avoir lieu au niveau des raccords, c'est pourquoi ils sont souples et anti-vibration. Les canalisations sont équipées de capteurs de pression asservis aux vannes de coupure. Ainsi, toute fuite engendre la coupure des canalisations. Les capteurs de pression sont redondants. Si un écart de mesure est supérieur à 2% entre les 2 capteurs de méthane, une alarme se déclenche.

Le capteur de pression a un niveau haut de 22 bar. Il n'est pas prévu de niveau bas car en tout état de cause, si la pression est inférieure à la pression d'injection, la vanne du poste d'injection GRDF se ferme.

Les vannes de coupures sont positionnées au plus près des raccords, afin d'assurer une durée de fuite inférieure à 5 secondes comme cela a été supposé dans les modélisations. La quantité de biométhane émise est donc réduite, ce qui réduit les zones d'effets.

La maintenance est assurée régulièrement pour tous les organes de sécurité. Les capteurs sont régulièrement étalonnés et contrôlés.

Le système de détection est efficace, suffisamment rapide, testable avec la redondance des capteurs et entretenu (maintenance périodique).

A ces mesures s'ajoutent des mesures organisationnelles :

- Permis feu ;
- Etude du risque foudre ;
- Formation du personnel au risque ATEX ;
- Sureté du site (clôture, surveillance du site).

2. Révision de la cotation

La probabilité du scénario n°7 peut être réduite grâce à la mise en place des mesures de prévention. Le positionnement des canalisations aériennes et leur protection mécanique permet de réduire fortement la probabilité d'une rupture guillotine. C'est pourquoi la probabilité est réduite à E.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE	7		SCENARIO 7		
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE					

II. PREVENTION ET MAITRISE DES RISQUES INTERMEDIAIRES

Les scénarios suivants ont été identifiés comme des risques intermédiaires pour lesquels l'exploitant a mis en place des mesures spécifiques afin de réduire le niveau du risque.

Phénomènes dangereux	Scénario majeur d'accident en risque intermédiaire	
	N°	Désignation
EXPLOSION VCE (en espace confiné)	1	Explosion VCE dans les digesteurs et post-digester en fonctionnement à vide
	2	Explosion VCE dans le local chaudière
EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	5	Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres
DEGAGEMENT TOXIQUE H ₂ S	12	Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres

Les paragraphes suivants détaillent les mesures mis en place pour chaque scénario d'accident.

1. Etude du scénario n°1 « Explosion VCE dans les digesteurs et post-digester en fonctionnement à vide »

1.1. Barrières préventives spécifiques

Le risque de formation d'une zone ATEX a été pris en compte dès la conception de l'installation. La liste des organes de sécurité mis en place est détaillée dans le tableau ci-dessous.

Equipement	Organe de sécurité associé
Digester et post-digester	Soupape de sécurité munie d'un dispositif anti-gel Capteur de pression (haute et basse) Thermomètre Suivi du procédé de méthanisation (débits, agitation, mesures CH ₄ , O ₂ ...) Etanchéité des équipements Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue Utilisation de matériels aux normes ATEX Event d'explosion (enveloppe souple du gazomètre)

Le scénario n°1 ne peut avoir que lors de la vidange des digesteurs ou du post-digester qui est effectué pour la maintenance des digesteurs et du post-digester. Ainsi, le volume interne du digester et du gazomètre peuvent former une zone ATEX s'il reste du biogaz et que l'air entre lors de l'intervention de vidange.

Pour éviter cette situation, une procédure stricte est mise en place lors de la vidange des digesteurs et du post-digester pour leur maintenance. Cette procédure consiste à effectuer **un inertage à l'azote des équipements avant d'intervenir**. De plus, des détecteurs de méthane permettent de s'assurer de l'absence de méthane avant l'ouverture des équipements. Toute personne intervenant est munie de détecteur de méthane portatif avec une alarme à 10% de la LIE.

Les **capteurs de pression comprennent 2 seuils de niveau haut** :

- 4 mbar : ce qui déclenche une alerte à l'exploitant (envoi d'un SMS), l'arrêt de l'alimentation du digester (arrêt du transfert de matières de l'anneau d'hydrolyse au digester), la mise en route de la torchère,
- 5 mbar : ce qui déclenche une alerte de niveau 2 à l'exploitant (envoi d'un SMS), l'arrêt de l'alimentation du digester (arrêt du transfert de matières de l'anneau d'hydrolyse au digester), la mise en route de la torchère.

Par ailleurs, à 4 mbar la soupape se déclenche (soupape mécanique, pas d'asservissement).

Les capteurs de pression comprennent 2 seuils de niveau bas :

- 0 mbar : ce qui déclenche une alerte à l'exploitant (envoi d'un SMS), l'arrêt de l'épurateur (fermeture de la vanne).
- -1 mbar : ce qui déclenche une alerte de niveau 2 à l'exploitant (envoi d'un SMS), l'arrêt de l'épurateur (fermeture de la vanne).

Par ailleurs, à -1 mbar la soupape se déclenche (soupape mécanique, pas d'asservissement).

La procédure d'intervention est efficace (absence d'ATEX), l'alarme de détection du méthane à 10% de la LIE permet d'avoir le temps d'agir pour rétablir l'inertage des équipements avant la formation d'une zone ATEX, les détecteurs sont régulièrement étalonnés et redondants (détecteur portable et détecteur fixe dans l'équipement).

La maintenance est assurée régulièrement pour tous les organes de sécurité.

A ces mesures s'ajoutent des mesures organisationnelles :

- Permis feu ;
- Etude du risque foudre ;
- Formation du personnel au risque ATEX ;
- Sureté du site (clôture, surveillance du site).

1.2. Révision de la cotation

La probabilité du scénario n°1 peut être réduite grâce à la mise en place des mesures de prévention.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX		1	SCENARIO 1		
MODERE					

2. Etude du scénario n°2 « Explosion VCE dans le local chaudière »

2.1. Barrières préventives spécifiques

Le risque de formation d'une zone ATEX a été pris en compte dès la conception de l'installation. La liste des organes de sécurité mis en place est détaillée dans le tableau ci-dessous.

Equipement	Organe de sécurité associé
Local chaudière	Ventilation forcée Détecteurs de CH ₄ Destruction du biogaz en cas d'indisponibilité de valorisation (torchère) Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue Utilisation de matériels aux normes ATEX Dispositif « coup de poing » à l'extérieur du local de la chaudière Vanne de fermeture de l'alimentation en biogaz Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue
Canalisations de biogaz	Canalisations en PEHD Protection mécanique jusqu'à 2 m pour les canalisations aériennes Raccords souples anti-vibrations Capteur de pression (haute et basse) Vannes de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue

La formation d'une ATEX à l'intérieur du local chaudière provient d'une fuite sur une canalisation de biogaz ou au niveau du brûleur de la chaudière.

Les canalisations sont en PEHD, matériau adapté au biogaz. Les fuites peuvent avoir lieu au niveau des raccords, c'est pourquoi ils sont souples et anti-vibration. Les canalisations sont équipées de capteurs de pression asservis aux vannes de coupure. Ainsi, toute fuite engendre la coupure des canalisations.

Les capteurs de pression comprennent les seuils suivants :

- Un seuil de niveau haut à 4 mbar : ce qui déclenche une alerte à l'exploitant (envoi d'un SMS), arrêt de la chaudière (fermeture des vannes).
- Un seuil de niveau bas à 0,5 mbar : ce qui déclenche une alerte à l'exploitant (envoi d'un SMS), arrêt de la chaudière (fermeture des vannes).

Le dispositif « coup de poing » à l'extérieur du local de la chaudière est asservi à l'envoi d'une alarme SMS à l'exploitant. La chaudière est arrêtée et toutes les vannes se ferment.

Le local chaudière est ventilé (ventilation forcée) et de détecteurs de méthane redondants. Si un écart de mesure est supérieur à 2% entre les 2 capteurs de méthane, une alarme se déclenche.

La mise en route de la ventilation est asservie au système de détection de méthane, afin d'assurer une circulation d'air (extracteur d'air et prise d'air frais).

Le système de détection fonctionne de la manière suivante :

- Une préalarme se déclenche à 10% de la LIE. La chaudière reste en fonctionnement avec ouverture des grilles de ventilation, mise en marche du ventilateur d'extraction et report d'alarme sur la supervision,
- Une seconde alarme se déclenche à 20% de la LIE. Dans ce cas, la chaudière est mise à l'arrêt avec fermeture de l'alimentation en biogaz et coupure électrique du local à l'exception des équipements ATEX en fonctionnement.

La maintenance est assurée régulièrement pour tous les organes de sécurité. Les capteurs sont régulièrement étalonnés et contrôlés.

Le système de ventilation et de détection est efficace, suffisamment rapide, testable avec la redondance des capteurs et entretenu (maintenance périodique).

A ces mesures s'ajoutent des mesures organisationnelles :

- Permis feu ;
- Etude du risque foudre ;
- Formation du personnel au risque ATEX ;
- Sûreté du site (clôture, surveillance du site).

2.2. Révision de la cotation

La probabilité du scénario n°2 peut être réduite grâce à la mise en place des mesures de prévention.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX		2	SCENARIO 2		
MODERE					

3. Etude du scénario n°5 « Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres »

3.1. Barrières préventives spécifiques

La ruine des gazomètres provient d'une rupture de la membrane en toiture des digesteurs et du post-digesteur. La fuite peut se former au niveau de la fixation aux parois ou au niveau de la membrane.

Le risque de ruine des gazomètres a été pris en compte dans la conception des installations. La liste des organes de sécurité mis en place est détaillée dans le tableau ci-dessous.

Equipement	Organe de sécurité associé
Gazomètres	Double membrane : membrane intérieur en PEHD et membrane extérieur en PVC résistantes aux UV et aux chocs Fixation par un système de boulons, conçu pour résister aux intempéries Système pneumatique de maintien de la pression entre les deux membranes Protection de surpression et dépression, mécanique avec remplissage d'eau Ventilateurs de maintien membrane extérieur avec soupapes à air Capteurs de pression Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue

L'étanchéité des membranes est régulièrement vérifiée. La membrane est double, ce qui assure une redondance de l'étanchéité. Le biogaz est analysé en continu dont le paramètre O₂, pour la supervision de l'unité. Les analyseurs sont au moins au nombre de 2 (redondance). Le seuil de détection est la limite de détecteur du matériel. Encas d'O₂ détecté au dessus seuil de détection, une alarme se déclenche. Une alerte est envoyée à l'exploitant (envoi d'un SMS). La ventilation de l'espace intermembranaire est stoppée. Une procédure de

vérification de l'étanchéité de la membrane est lancée et un inertage à l'azote de l'espace membranaire est réalisé au besoin.

Les **capteurs de pression comprennent 2 seuils de niveau haut** :

- 4 mbar : ce qui déclenche une alerte à l'exploitant (envoi d'un SMS), l'arrêt de l'alimentation du digesteur (arrêt du transfert de matières de l'anneau d'hydrolyse au digesteur), la mise en route de la torchère,
- 5 mbar : ce qui déclenche une alerte de niveau 2 à l'exploitant (envoi d'un SMS), l'arrêt de l'alimentation du digesteur (arrêt du transfert de matières de l'anneau d'hydrolyse au digesteur), la mise en route de la torchère.

Par ailleurs, à 4 mbar la soupape se déclenche (soupape mécanique, pas d'asservissement).

Les **capteurs de pression comprennent 2 seuils de niveau bas** :

- 0 mbar : ce qui déclenche une alerte à l'exploitant (envoi d'un SMS), l'arrêt de l'épurateur (fermeture de la vanne).
- -1 mbar : ce qui déclenche une alerte de niveau 2 à l'exploitant (envoi d'un SMS), l'arrêt de l'épurateur (fermeture de la vanne).

Par ailleurs, à -1 mbar la soupape se déclenche (soupape mécanique, pas d'asservissement).

La maintenance est assurée régulièrement pour tous les organes de sécurité. Les capteurs sont régulièrement étalonnés et contrôlés.

Le système de détection est efficace, suffisamment rapide, testable avec la redondance des capteurs et entretenu (maintenance périodique).

A ces mesures s'ajoutent des mesures organisationnelles :

- Permis feu ;
- Etude du risque foudre ;
- Formation du personnel au risque ATEX ;
- Sûreté du site (clôture, surveillance du site).

3.2. Révision de la cotation

La probabilité du scénario n°5 peut être réduite grâce à la mise en place des mesures de prévention.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX		5	SCENARIO 5		
MODERE					

4. Etude du scénario n°12 « Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres »

4.1. Barrières préventives spécifiques

La ruine des gazomètres provient d'une rupture de la membrane en toiture des digesteurs et du post-digesteur. La fuite peut se former au niveau de la fixation aux parois ou au niveau de la membrane.

Le risque de ruine des gazomètres a été pris en compte dans la conception des installations. La liste des organes de sécurité mis en place est détaillée dans le tableau ci-dessous.

Equipement	Organe de sécurité associé
Gazomètres	Double membrane : membrane intérieur en PEHD et membrane extérieur en PVC résistantes aux UV et aux chocs Fixation par un système de boulons, conçu pour résister aux intempéries Système pneumatique de maintien de la pression entre les deux membranes Protection de surpression et dépression, mécanique avec remplissage d'eau Ventilateurs de maintien membrane extérieur avec soupapes à air Capteurs de pression Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue Mesure de l'H ₂ S en continu dans le biogaz pour ajuster l'ajout d'hydroxyde de fer

L'étanchéité des membranes est régulièrement vérifiée. La membrane est double, ce qui assure une redondance de l'étanchéité. Le biogaz est analysé en continu dont le paramètre O₂, pour la supervision de l'unité. Les analyseurs sont au moins au nombre de 2 (redondance). Le seuil de détection est la limite de détecteur du matériel. Encas d'O₂ détecté au dessus seuil de détection, une alarme se déclenche. Une alerte est envoyée à l'exploitant (envoi d'un SMS). La ventilation de l'espace intermembranaire est stoppée. Une procédure de vérification de l'étanchéité de la membrane est lancée et un inertage à l'azote de l'espace membranaire est réalisé au besoin.

Les **capteurs de pression comprennent 2 seuils de niveau haut** :

- 4 mbar : ce qui déclenche une alerte à l'exploitant (envoi d'un SMS), l'arrêt de l'alimentation du digesteur (arrêt du transfert de matières de l'anneau d'hydrolyse au digesteur), la mise en route de la torchère,
- 5 mbar : ce qui déclenche une alerte de niveau 2 à l'exploitant (envoi d'un SMS), l'arrêt de l'alimentation du digesteur (arrêt du transfert de matières de l'anneau d'hydrolyse au digesteur), la mise en route de la torchère.

Par ailleurs, à 4 mbar la soupape se déclenche (soupape mécanique, pas d'asservissement).

Les **capteurs de pression comprennent 2 seuils de niveau bas** :

- 0 mbar : ce qui déclenche une alerte à l'exploitant (envoi d'un SMS), l'arrêt de l'épurateur (fermeture de la vanne).
- -1 mbar : ce qui déclenche une alerte de niveau 2 à l'exploitant (envoi d'un SMS), l'arrêt de l'épurateur (fermeture de la vanne).

Par ailleurs, à -1 mbar la soupape se déclenche (soupape mécanique, pas d'asservissement).

L'H₂S est mesuré en continu dans le biogaz. L'intervalle entre 2 mesures est d'environ 10 minutes (temps de régénération des cellules). L'ajout d'hydroxyde de fer se fait lorsque l'H₂S atteint une concentration de 100 à 150 ppm. La réaction est un processus biologique qu'il est difficile de quantifier de manière précise. A l'atteinte du seuil de 100 ppm, l'exploitant devra ajouter un godet d'hydroxyde de fer, et attendre environ 4 heures pour vérifier la baisse effective de la teneur en H₂S.

La maintenance est assurée régulièrement pour tous les organes de sécurité. Les capteurs sont régulièrement étalonnés et contrôlés.

Le système de détection est efficace, suffisamment rapide, testable avec la redondance des capteurs et entretenu (maintenance périodique).

La teneur en hydrogène sulfuré dans le biogaz est garantie à 200 ppm grâce à l'ajout d'hydroxyde de fer. Des capteurs d'H₂S redondants permettent la mesure continue de la teneur en hydrogène sulfuré dans le biogaz. Cette mesure est asservie à l'ajout d'hydroxyde de fer.

A ces mesures s'ajoutent des mesures organisationnelles :

- Permis feu ;
- Etude du risque foudre ;
- Formation du personnel au risque ATEX ;
- Sûreté du site (clôture, surveillance du site).

4.2. Barrières de protection

Une **procédure d'alerte** sera mise en place par l'exploitant afin de prévenir la population en cas de **dégagement massif de biogaz**. Une alarme se déclenchera en cas de dysfonctionnement ou d'accident et la population sera informée du comportement à suivre grâce à une procédure spécifique.

4.3. Révision de la cotation

La probabilité du scénario n°12 peut être réduite grâce à la mise en place des mesures de prévention.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX		12	SCENARIO 12		
MODERE					

III. PREVENTION ET MAITRISE DES RISQUES MOINDRE

Les scénarios suivants ont été identifiés comme des risques moindres. Ces risques sont donc déjà maîtrisés par l'exploitant.

Phénomènes dangereux	Scénario majeur d'accident en risque moindre	
	N°	Désignation
EXPLOSION VCE (en espace confiné)	3	Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification
EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	6	Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	8	Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère
INCENDIE	9	Incendie du stockage de matières végétales
	10	Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	11	Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane
DEGAGEMENT TOXIQUE H ₂ S	13	Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	14	Dégagement toxique suite à un dysfonctionnement de la torchère
DEVERSEMENT DE MATIERES	15	Déversement de matières suite à la ruine des digesteurs/post-digester

Néanmoins, des organes de sécurité non évoqués précédemment sont prévus par l'exploitant et sont présentés ici.

1. Organes de sécurité par équipements

Les risques moindres ont été pris en compte dans la conception des installations. La liste des organes de sécurité mis en place est détaillée dans le tableau ci-dessous.

Equipements	Organe de sécurité associé
Unité de purification	Conteneur ventilé DéTECTEURS de CH ₄ et H ₂ S Destruction du biogaz en cas d'indisponibilité de valorisation (torchère) Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue Utilisation de matériels aux normes ATEX Dispositif « coup de poing » à l'extérieur de l'unité Vanne de fermeture de l'alimentation en biogaz
Torchère	DéTECTEUR de flamme (lampe UV) Torchère placée loin de tout passage, Ventilation avant rallumage ou arrêt de la torchère Anti-retour de flamme
Toutes les cuves	DéTECTEUR de niveau haut et de niveau bas Contrôle du débit par automatisation de l'alimentation
Aire de rétention	L'aire de rétention a une profondeur de 4 m. Le volume de rétention est supérieur au volume de la plus grosse cuve (3 620 m ³). <u>Approximation du volume de rétention :</u> Volume de l'aire de rétention autour des cuves : $60 \text{ m} \times 60 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 14\,400 \text{ m}^3$ Volume occupé par les cuves : $4 \text{ cuves} \times 4 \text{ m} \times \pi \times (25 \text{ m}/2)^2 = 7\,900 \text{ m}^3$ Volume occupé par le local technique : $15 \text{ m} \times 15 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 900 \text{ m}^3$ Volume disponible autour des cuves et du local pour la rétention : $14\,400 - 7\,900 - 900 = 5\,600 \text{ m}^3$

Canalisations aériennes de biogaz	Canalisations en PEHD Protection mécanique jusqu'à 2 m pour les canalisations aériennes Raccords souples anti-vibrations Capteur de pression (haute et basse) Vannes de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz Positionnement en dehors des zones de circulation Identification des canalisations et panneaux de dangers Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue
Canalisations aériennes de biométhane	Canalisations en acier inox Protection mécanique jusqu'à 2 m pour les canalisations aériennes Positionnement des canalisations dans une zone inaccessible par les engins Raccords souples anti-vibrations Capteur de pression (haute) Vannes de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biométhane Positionnement en dehors des zones de circulation Identification des canalisations et panneaux de dangers Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue

Pour éviter toute source d'inflammation d'origine électrostatique, la continuité électrique sera assurée. Les masses métalliques seront reliées entre elles et mises à la terre. Un contrôle de ces équipements sera effectué annuellement par un organisme agréé.

Tous les travaux de réparation ou d'aménagement conduisant à une augmentation des risques (emploi d'une flamme ou d'une source chaude, ...) ne seront effectués qu'après délivrance d'un permis feu et en respectant les règles d'une consigne particulière.

Après la fin des travaux et avant la reprise de l'activité, une vérification des installations sera effectuée par l'exploitant ou son représentant.

2. Détails sur les canalisations aériennes

2.1. Canalisations de biogaz

Les canalisations sont en PEHD, matériau adapté au biogaz. Les fuites peuvent avoir lieu au niveau des raccords, c'est pourquoi ils sont souples et anti-vibration. Les canalisations sont équipées de capteurs de pression asservis aux vannes de coupure. Ainsi, toute fuite engendre la coupure des canalisations. Les capteurs de pression sont redondants. Si un écart de mesure est supérieur à 2% entre les 2 capteurs de méthane, une alarme se déclenche.

Les capteurs de pression comprennent les seuils suivants :

- Un seuil de niveau haut à 4 mbar : ce qui déclenche une alerte à l'exploitant (envoi d'un SMS), arrêt de l'alimentation du digesteur (arrêt du transfert de matières de l'anneau d'hydrolyse au digesteur), la mise en route de la torchère).
- Un seuil de niveau bas à 0,5 mbar : ce qui déclenche une alerte à l'exploitant (envoi d'un SMS), arrêt de l'épurateur (fermeture de la vanne).

Les vannes de coupures sont positionnées au plus près des raccords, afin d'assurer une durée de fuite inférieure à 5 secondes comme cela a été supposé dans les modélisations. La quantité de biogaz émise est donc réduite, ce qui réduit les zones d'effets.

Pour éviter tout choc, les canalisations identifiées et des panneaux indiquent l'interdiction de circulation et les risques encourus. Les canalisations en PEHD sont équipées de structures métalliques pour augmenter leur résistance aux chocs. Des protections mécaniques sont prévues jusqu'à 2 m de hauteur.

La maintenance est assurée régulièrement pour tous les organes de sécurité. Les capteurs sont régulièrement étalonnés et contrôlés.

2.2. Canalisations de biométhane

Pour pallier au risque de choc, les canalisations de biométhane aériennes sont positionnées entre les équipements de l'unité de purification, à l'écart des zones de circulation. L'écart est de 2 m entre le conteneur des compresseurs et le conteneur des membranes, espace où se positionnent les canalisations aériennes de biométhane. Cet espace ne permet pas le passage d'un engin susceptible de créer une rupture guillotine sur la canalisation.

De plus, pour éviter tout choc, les canalisations identifiées et des panneaux indiquent l'interdiction de circulation et les risques encourus. Les canalisations en acier inox sont équipées de structures métalliques pour augmenter leur résistance aux chocs. Cette structure métallique atteint une hauteur de 2 m.

Ainsi, il n'est pas possible d'atteindre les canalisations aériennes.

Les canalisations sont en acier inox, matériau adapté au biométhane. Les fuites peuvent avoir lieu au niveau des raccords, c'est pourquoi ils sont souples et anti-vibration. Les canalisations sont équipées de capteurs de pression asservis aux vannes de coupure. Ainsi, toute fuite engendre la coupure des canalisations. Les capteurs de pression sont redondants. Si un écart de mesure est supérieur à 2% entre les 2 capteurs de méthane, une alarme se déclenche.

Le capteur de pression a un niveau haut de 22 bar. Il n'est pas prévu de niveau bas car en tout état de cause, si la pression est inférieure à la pression d'injection, la vanne du poste d'injection GRDF se ferme.

Les vannes de coupures sont positionnées au plus près des raccords, afin d'assurer une durée de fuite inférieure à 5 secondes comme cela a été supposé dans les modélisations. La quantité de biométhane émise est donc réduite, ce qui réduit les zones d'effets.

La maintenance est assurée régulièrement pour tous les organes de sécurité. Les capteurs sont régulièrement étalonnés et contrôlés.

3. Détails sur l'unité de purification

Une **vanne manuelle de coupure** de l'alimentation biogaz de l'unité d'épuration sera installée à l'extérieur du conteneur sur une portion de canalisation facilement accessible. Cette vanne manuelle est positionnée dans un coffret pompier à l'extérieur.

L'enclenchement du dispositif « coup de poing » (vanne de coupure manuelle) entraîne l'arrêt de l'installation complète (toute la ligne de biogaz) : coupure électrique, fermeture des vannes de sécurité du conteneur, mise à l'air libre des tuyauteries.

Par ailleurs, une **vanne automatique de sécurité**, placée sur la conduite d'alimentation de l'unité d'épuration permettra d'isoler le conteneur en cas de détection gaz ou bien d'augmentation anormale de la pression dans la canalisation (mesure de pression). Cette électrovanne d'alimentation en biogaz est également positionnée à l'extérieur, en entrée du conteneur. La valeur paramétrée par défaut de déclenchement de la fermeture de l'électrovanne en cas d'augmentation de pression est de 25 barg.

Un dispositif visuel permettra de contrôler la position de cette vanne.

Une **électrovanne de purge** est située dans le conteneur. Elle permet de vider le contenu des tuyauteries à l'atmosphère par l'intermédiaire de l'évent (volume des tuyauteries inférieure à 1 m³). Cette situation peut engendrer la formation d'une zone ATEX qui a bien été identifiée au niveau de l'évent de l'unité de purification.

Le conteneur est équipé d'un système de **ventilation forcée** qui a deux fonctions :

- maintenir une température acceptable pour le fonctionnement des équipements. La mise en route de la ventilation est asservie au thermostat d'ambiance du conteneur.
- éviter la formation d'une atmosphère explosive. La mise en route de la ventilation est asservie au système de détection gaz décrit ci-dessous.

Cette ventilation sera réalisée par un extracteur ATEX et par une prise d'air frais équipée de volets motorisés qui assurera une circulation d'air.

L'unité d'épuration est équipée de **3 détecteurs gaz** placés dans le local épuration :

- 2 détecteurs CH₄ redondants pour mesure de la LIE (détecteurs ATEX zone 2),
- 1 détecteur H₂S (détecteur ATEX zone 2).

Capteur	Mesure	Seuils	Désignation du seuil	Valeur du seuil	Action associée au seuil
LIE590A	Mesure LIE CH ₄ n°1	HH	2 nd seuil de détection LIE	20% LIE	Procédure arrêt urgence détection LIE + message alarme détection 2 nd seuil LIE
		H	1 ^{er} seuil de détection LIE	10% LIE	Alarme détection 1 ^{er} seuil LIE
LIE590B	Mesure LIE CH ₄ n°2	HH	2 nd seuil de détection	20% LIE	Procédure arrêt urgence détection LIE + message alarme détection 2 nd seuil LIE
		H	1 ^{er} seuil de détection	10% LIE	Alarme détection 1 ^{er} seuil LIE
H2S590	Mesure H ₂ S Mesure H ₂ S	HH	2 nd seuil de détection	20 ppm	Procédure arrêt urgence détection H ₂ S + message alarme détection 2 nd seuil H ₂ S
H2S590		H	1 ^{er} seuil de détection	10 ppm	Alarme détection 1 ^{er} seuil H ₂ S

Détection CH₄ :

En cas de pré alarme gaz à 10 % LIE, l'unité reste en fonctionnement avec ouverture des grilles de ventilation, mise en marche du ventilateur d'extraction (ventilation du local) et report d'alarme sur la supervision.

En cas d'alarme gaz à 20 % LIE, l'unité est mise à l'arrêt avec fermeture de l'électrovanne d'alimentation en biogaz, décharge à l'atmosphère des canalisations biogaz par ouverture de l'électrovanne de purge (blowdown), et coupure de l'alimentation électrique du local à l'exception des équipements ATEX en fonctionnement : ventilateur d'extraction, système de détection gaz, BAES.

Redondance : Si écart de mesure >2% entre les mesures des deux capteurs, déclenchement d'une alarme.

Détection H₂S :

En cas de pré alarme H₂S à 10 ppm, l'unité reste en fonctionnement avec ouverture des grilles de ventilation, mise en marche du ventilateur d'extraction (ventilation du local) et report d'alarme sur la supervision.

En cas d'alarme H₂S à 20 ppm, l'unité est mise à l'arrêt avec fermeture de l'électrovanne d'alimentation en biogaz, décharge à l'atmosphère des canalisations biogaz par ouverture de l'électrovanne de purge (blowdown), et coupure de l'alimentation électrique du local à l'exception des équipements ATEX en fonctionnement : ventilateur d'extraction, système de détection gaz, BAES.

Les alarmes seront asservies sur un dispositif lumineux qui permettra de prévenir les opérateurs en cas de danger.

Le positionnement des détecteurs sera réalisé en fonction du sens de circulation de l'air dans le conteneur.

Les contrôles et étalonnages des détecteurs selon les fréquences préconisées par les fabricants, seront confiés à une entreprise spécialisée.

Un détecteur mixte UV/IR sera installé dans le conteneur.

En cas d'alarme incendie, l'unité d'épuration sera arrêtée d'urgence avec fermeture de l'électrovanne d'alimentation en biogaz, décharge à l'atmosphère des canalisations biogaz par ouverture de l'électrovanne de purge (blowdown), fermeture des grilles d'aération et arrêt du ventilateur d'extraction. Le conteneur devient alors une boîte close et « hermétique ».

Les alimentations électriques nécessaires sont maintenues.

Les alarmes seront asservies sur un dispositif lumineux qui permettra de prévenir les opérateurs en cas de danger.

4. Révision de la cotation

Comme mentionné pour le scénario 7, la rupture guillotine sur les canalisations aériennes de biométhane est extrêmement peu probable. Ainsi, la probabilité est réduite à E pour le scénario 11.

La probabilité des scénarios 3, 6, 8, 9, 10, 13 et 14 est réduite à D grâce aux mesures de prévention mises en place. La probabilité du scénario 15 est déjà à D, elle n'est donc pas réduite.

Pour mémoire, le tableau suivant rappelle les scénarios avant révision de la cotation.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE		15	3, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14		

Le tableau suivant met en évidence les scénarios après révision de la cotation.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE	11	3, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 15			

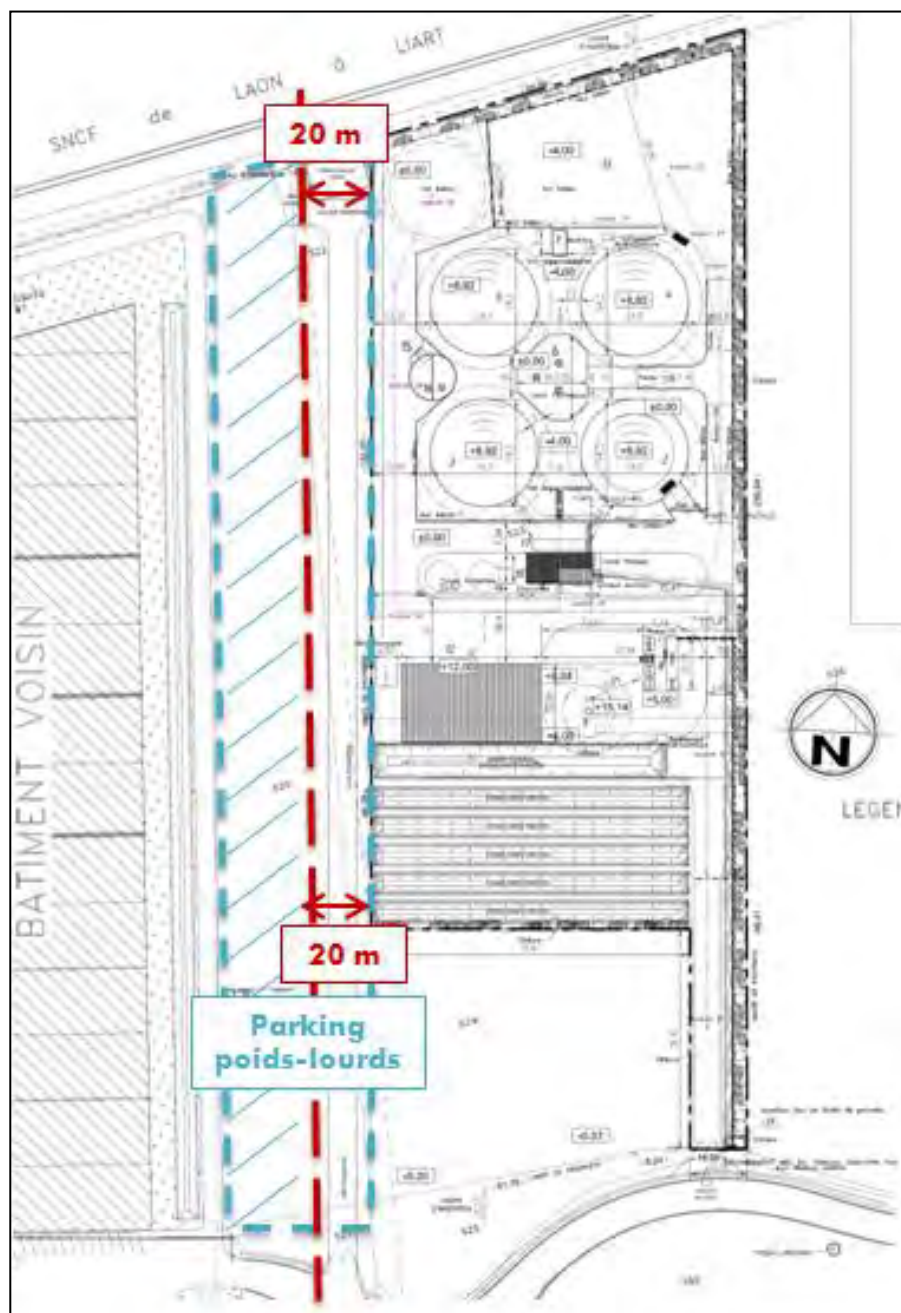
IV. PREVENTION DES EFFETS DOMINOS

1. Effets dominos liés à l'incendie du parc de poids lourds de la société voisine Transports Papin

Comme mentionné précédemment dans l'analyse des causes d'exposition au danger, la société voisine des Transports Papin n'engendre pas d'effets dominos sur le site de méthanisation de la société A.M. – ATHIES METHANISATION, dans la mesure où les poids lourds ne sont pas stationnés à proximité des équipements de méthanisation (seuil des effets dominos dans le cas d'un incendie du parc de poids lourds est de 1 m).

C'est pourquoi, la société Transport Papin s'engage à maintenir une bande de 20 m libre entre les zones de stationnement et la limite de propriété du site de méthanisation (Cf. Schéma suivant).

Illustration 29 : Schéma de principe de la bande libre de 20 m entre les poids lourds et le site de méthanisation
(Source : L'Artifex)



2. Effets dominos sur l'entrepôt des Transports Papin et sur la voie ferrée

L'entrepôt des Transports Papin et la voie ferrée sont concernés par les seuils suivants :

- le seuil de 20 mbar des effets de surpression de l'explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres (scénario n°5),
- le seuil des effets létaux et irréversibles des effets thermiques de l'explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane (scénario n°7),
- le seuil des effets irréversibles du dégagement toxique H₂S suite à la ruine des gazomètres (scénarios n°12).

Les effets de surpression correspondent au seuil de 20 mbar qui engendre la destruction des vitres significatives (plus de 10% des vitres) et les effets irréversibles sur les personnes par projection de vitres.

Les effets thermiques correspondent au seuil des effets létaux et de dégâts graves sur les structures.

Les effets toxiques engendrent des effets irréversibles sur les personnes.

Les effets dominos peuvent être le déclenchement d'un incendie sur les entrepôts des Transports Papin et sur le parking des poids lourds.

Pour remédier à ces potentiels effets dominos, **la société voisine des Transports Papin et l'établissement circulation SNCF seront associés à la rédaction d'une procédure d'alerte.** Ce plan permettra de définir le type d'alerte en fonction des éléments de cinétiques des phénomènes dangereux et d'inclure les établissements dans le système d'alerte. Une procédure commune d'intervention sera rédigée.

La SNCF a été consultée et a émis son accord pour être incluse dans la procédure d'alerte (Cf. Annexe 3).

3. Effets dominos au sein des équipements du site de méthanisation

Les équipements de l'unité de méthanisation sont concernés par des flux thermiques et des flux de surpression.

En particulier, l'unité de purification est concernée par ces flux. Dans ce cas, le conteneur extérieur pourrait être endommagé extérieurement. En cas d'accident, l'unité de purification se met en sécurité et s'arrête automatiquement. Une vanne de coupure pompier est également prévue à l'entrée de la plateforme de purification.

Il n'y aura donc pas de rejet de biogaz massif. Les vannes permettront de stopper l'alimentation en biogaz.

V. MESURES DE PROTECTION

Le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) de l'Aisne est présent à proximité du site : un centre de secours principal se trouve à Laon (1,8 km environ à l'Ouest Sud-Ouest).

1. Accessibilité au site pour les secours

Le site est accessible depuis **2 entrées pour les secours** :

- une entrée depuis le Sud-Est, correspondant à l'entrée du site (voie engin),
- une entrée depuis le Nord-Ouest, réservée aux secours. Cette 2^{ème} entrée est accessible grâce à une voie engins longeant le site à l'Ouest.

Les accès (voie engins) respectent à minima les caractéristiques suivantes :

- largeur libre de 3 mètres minimum, libre de circulation, bandes réservées au stationnement exclues ;
- hauteur libre de 3,50 mètres ;
- force portante calculée pour un véhicule de 160 kN avec un maximum de 90 kN par essieu, ceux-ci étant distants de 3,60 mètres au minimum ;
- résistance au poinçonnement : 80 N/cm² sur une surface minimale 0,20 m² ;
- rayon intérieur R de 11 mètres minimum ;
- surlargeur $S = l \cdot 5/R$ en mètres dans les virages de rayon inférieur à 50 mètres ;
- pente inférieure à 15 %.

2. Moyens de secours internes

2.1. Volume d'eau d'extinction

Le calcul du volume d'eau d'extinction nécessaire pour la défense extérieure contre l'incendie se détermine selon le document technique D9 (Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau – Septembre 2001 – INESC, FFSA, CNPP).

Le risque incendie se situe au niveau des stockages des matières végétales brutes sous toiture.

Le tableau suivant permet de déterminer le débit requis selon la méthodologie du guide D9. **Le débit requis obtenu est de 60 m³/h, soit 120 m³ pour 2 heures.**

Ce volume est apporté par la **réserve incendie de 120 m³ (citerne souple)** présente au Nord-Ouest du site et est complété par les **deux poteaux incendie** présents au Sud du site. Ces bornes incendie assurent un débit de l'ordre de 60 m³/h.

La réserve incendie est localisée **en dehors des flux thermiques de 5 kW/m² des scénarios d'incendie**.

Elle est équipée d'une **aire d'aspiration** d'une superficie supérieure à 32 m² pour permettre aux véhicules de lutte contre l'incendie d'utiliser la réserve. Cette aire sera aménagée soit sur le sol même, s'il est assez résistant, soit au moyen de matériaux durs : pierre, béton, madriers, etc. Elle sera bordée du côté de l'eau par un talus soit en terre ferme, soit de préférence en maçonnerie ou en madriers ayant pour but d'éviter que, par suite d'une fausse manœuvre, l'engin ne tombe à l'eau. Elle sera établie en pente douce (2 cm par mètre environ) et en forme de caniveau très évasé de façon à permettre l'évacuation constante de l'eau de refroidissement des moteurs.

DESCRIPTION SOMMAIRE DU RISQUE				
Stockage des matières végétales brutes et déchets de légumes en silos-couloirs couvert par toiture : 576 m² avec une hauteur de stockage de 3,5 m				
CRITERE	COEFFICIENTS ADDITIONNELS	COEFFICIENTS RETENUS POUR LE CALCUL		COMMENTAIRES
HAUTEUR DE STOCKAGE ⁽¹⁾ - Jusqu'à 3 m - Jusqu'à 8 m - Jusqu'à 12m - Au-delà de 12m	0 + 0,1 + 0,2 + 0,5	Activité	Stockage	
TYPE DE CONSTRUCTION ⁽²⁾ - ossature stable au feu ≥ 1 heure - ossature stable au feu ≥ 30 minutes - ossature stable au feu < 30 minutes	- 0,1 0 + 0,1		0	Les stockages sont séparés par des murs béton.
TYPES D'INTERVENTIONS INTERNES - accueil 24H/24 (présence permanente à l'entrée) - DAI généralisée reportée 24H/24 7J/7 en télésurveillance ou au poste de secours 24 H/24 lorsqu'il existe, avec des consignes d'appels. - service de sécurité incendie 24h/24 avec moyens appropriés équipe de seconde intervention, en mesure d'intervenir 24h/24)	- 0,1 - 0,1 - 0,3 *		-0,1	Télésurveillance 24H/24 et 7J/7
Σ coefficients			0	
1+ Σ coefficients			1	
Surface de référence (S en m²)			576	
$Q_i = 30 \times \frac{S}{500} \times (1 + \Sigma \text{ Coef})$ ⁽³⁾			35	
Catégorie de risque ⁽⁴⁾ Risque 1 : Q1 = Qi x 1 Risque 2 : Q2 = Qi x 1,5 Risque 3 : Q3 = Qi x 2			35	Catégorie de risque 1
Risque sprinklé ⁽⁵⁾ Q1, Q2 ou Q3 ÷ 2			-	
DEBIT REQUIS ^{(6) (7)} (Q en m³/h)		60 m³/h		
⁽¹⁾ Sans autre précision, la hauteur de stockage doit être considérée comme étant égale à la hauteur du bâtiment moins 1 m (cas des bâtiments de stockage).				
⁽²⁾ Pour ce coefficient, ne pas tenir compte du sprinkleur.				
⁽³⁾ Qi : débit intermédiaire du calcul en m³/h.				
⁽⁴⁾ La catégorie de risque est fonction du classement des activités et stockages.				
⁽⁵⁾ Un risque est considéré comme sprinklé si : - protection autonome, complète et dimensionnée en fonction de la nature du stockage et de l'activité réellement présente en exploitation, en fonction des règles de l'art et des référentiels existants ; - installation entretenue et vérifiée régulièrement ; - installation en service en permanence.				
⁽⁶⁾ Aucun débit ne peut être inférieur à 60 m³/h.				
⁽⁷⁾ La quantité d'eau nécessaire sur le réseau sous pression (cf. § 5 alinéa 5) doit être distribuée par des hydrants situés à moins de 100 m des entrées de chacune des cellules du bâtiment et distants entre eux de 150 m maximum.				
* Si ce coefficient est retenu, ne pas prendre en compte celui de l'accueil 24h/24.				

Des **extincteurs** sont présents sur l'installation pour éteindre un départ de feu. Ils sont positionnés aux endroits opportuns : à l'intérieur et à l'extérieur du local chaudière, du conteneur de purification, du local technique, des bureaux, du stockage de matières végétales. Ils seront bien visibles et facilement accessibles. Les agents d'extinction seront appropriés aux risques à combattre et compatibles avec les produits manipulés ou stockés.

Les moyens de lutte incendie sont localisés sur la figure suivante.

2.2. Rétention des eaux d'extinction d'un incendie

Les **eaux d'extinctions** en cas d'incendie seront collectées dans la **cuvette de rétention étanche autour des digesteurs et post-digester**. Une vanne maintenue fermée permet de confiner ces eaux d'extinction pour ne pas polluer le milieu naturel.

Le confinement des eaux d'extinction d'un incendie est donc réalisé dans un ouvrage distinct de la réserve d'eau incendie.

Le calcul du volume de rétention des eaux d'extinction d'un incendie se détermine selon le document technique D9A (Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction – Août 2004 – INESC, FFSA, CNPP).

Le volume de rétention obtenu est de 220 m³. Il prend en compte le fait qu'il pleuve lors de l'extinction de l'incendie.

La cuvette de rétention représente un volume de 5 600 m³, largement suffisant pour la rétention de la plus grosse cuve (3 620 m³) et la rétention des eaux d'extinction d'incendie (220 m³).

NB : Pour mémoire, le détail du calcul du volume de rétention de la cuvette :

Approximation du volume de rétention :

Volume de l'aire de rétention autour des cuves :

$$60 \text{ m} \times 60 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 14\,400 \text{ m}^3$$

Volume occupé par les cuves :

$$4 \text{ cuves} \times 4 \text{ m} \times \pi \times (25 \text{ m}/2)^2 = 7\,900 \text{ m}^3$$

Volume occupé par le local technique :

$$15 \text{ m} \times 15 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 900 \text{ m}^3$$

Volume disponible autour des cuves et du local pour la rétention :

$$14\,400 - 7\,900 - 900 = 5\,600 \text{ m}^3$$

Besoins pour la lutte extérieure		Résultat document D9 : (Besoins x 2 heures au minimum)	120 m ³
Moyens de lutte intérieure contre l'incendie	Sprinkleurs	volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maxi de fonctionnement	0
	Rideau d'eau	besoins x 90 mn	0
	RIA	A négliger	0,00
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage (en gal. 15-25 mn)	0
	Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis	0
Volumes d'eau liés aux intempéries		10 l/m ² de surface de drainage	100 m ³
Présence stock de liquides		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	0
Volume total de liquide à mettre en rétention			220 m ³

NB : la surface de drainage comprend les voiries et les zones bétonnées, soit environ 10 000 m².

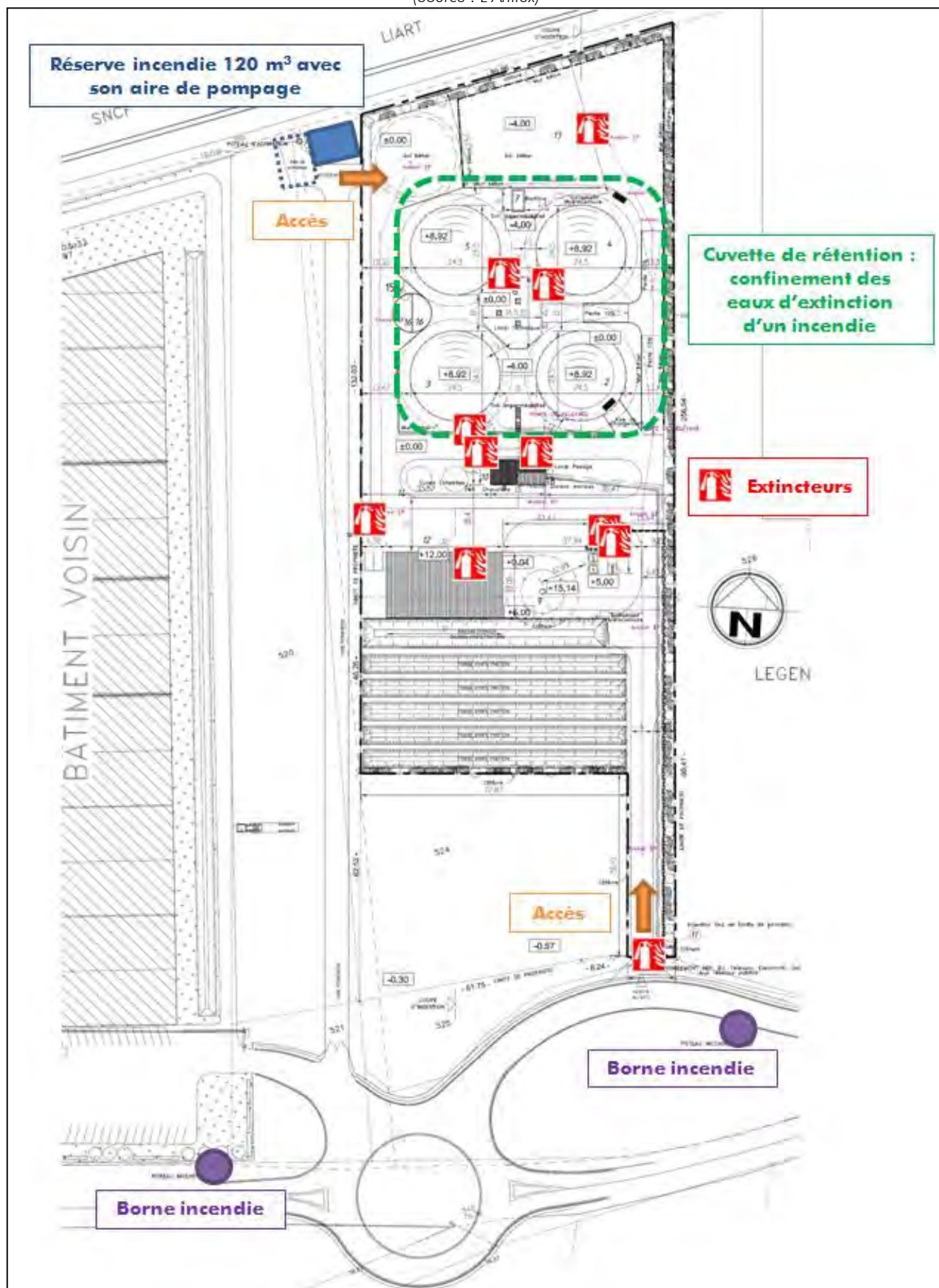
3. Consignes de sécurité et protection des secours

Des **consignes de sécurité et une procédure d'intervention** précise sont définies afin d'éviter l'exposition des secouristes à l'hydrogène sulfuré lors de la venue en aide à une victime. En particulier, les locaux confinés sont équipés d'un système de ventilation et d'un contrôle de la qualité de l'air portant à minima sur la détection de CH₄ et de H₂S d'une détection automatique d'incendie (art. 23 de l'arrêté du 10 novembre 2009).

Les consignes sont affichées sur support inaltérable et sont mises en évidence. Celles-ci indiqueront notamment le numéro d'appel des secours et les dispositions immédiates à prendre en cas de sinistre. Ces consignes seront affichées en particulier à proximité d'un appareil téléphonique qui permet d'obtenir les lignes extérieures (art. R. 4227-37 R. 4227-38 du code du Travail).

Illustration 30 : Moyens de lutte contre l'incendie

(Source : L'Artifex)



4. Procédures d'alerte

Une procédure d'alerte sera mise en place par l'exploitant afin de prévenir la population en cas de dégagement massif de biogaz. Une alarme se déclenchera en cas de dysfonctionnement ou d'accident et la population sera informée du comportement à suivre grâce à une procédure spécifique.

De plus, une convention sera établie entre la société A.M. – ATHIES METHANISATION et la société TRANSPORT PAPIN afin de définir une procédure d'alerte commune. En effet, ces deux sociétés sont proches et des effluents de la société A.M. – ATHIES METHANISATION atteignent le parking de la société TRANSPORTS PAPIN.

VI. SYNTHÈSE DE LA MAÎTRISE DES RISQUES ET MATRICE D'ACCEPTABILITÉ

1. Classement des scénarios après révision de la cotation

La prise en compte des mesures de prévention et de protection mises en place dans le cadre du projet de la société A.M. - ATHIES METHANISATION a permis de réviser la cotation des différents scénarios étudiés.

Les scénarios d'accident qui ont été étudiés sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Phénomènes dangereux	Scénario majeur d'accident	
	N°	Désignation
EXPLOSION VCE (en espace confiné)	1	Explosion VCE dans les digesteurs et post-digesteur en fonctionnement à vide
	2	Explosion VCE dans le local chaudière
	3	Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification
	4	Explosion VCE du poste d'injection de biométhane
EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	5	Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres
	6	Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	7	Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane
	8	Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère
INCENDIE	9	Incendie du stockage de matières végétales
	10	Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	11	Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane
DEGAGEMENT TOXIQUE H ₂ S	12	Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres
	13	Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	14	Dégagement toxique suite à un dysfonctionnement de la torchère
DEVERSEMENT DE MATIERES	15	Déversement de matières suite à la ruine des digesteurs/post-digesteur

Le classement en probabilité et gravité de l'ensemble des scénarios est synthétisé ci-après.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE	7				
IMPORTANT					
SERIEUX		1, 2, 5, 12			
MODERE	11	3, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 15			

Remarque : le scénario n°4 n'est pas classé dans le tableau puisqu'il s'agit d'un scénario d'accident sur le poste d'injection, élément non inclus dans le périmètre ICPE de la société A.M. – ATHIES METHANISATION. Ce scénario a été étudié afin de déterminer les effets d'un éventuel accident au niveau du poste d'injection sur les équipements du site de méthanisation.

Tous les scénarios sont classés en **risque moindre**, sauf le scénario n°7 qui est classé en **risque intermédiaire**. L'exploitant a analysé les mesures de maîtrise des risques envisageables et mis en œuvre celles dont le coût n'est pas disproportionné par rapport aux bénéfices attendus.

Les mesures mises en place permettent donc d'assurer la maîtrise des risques générés par l'exploitation de l'installation de méthanisation.

Le projet a donc atteint le niveau ALARP (niveau de risque aussi bas que raisonnablement réalisable).

2. Acceptabilité des risques

L'acceptabilité du risque est déterminée selon la circulaire du 4 mai 2007 relative au porter à connaissance « risques technologiques » et maîtrise de l'urbanisation autour des installations classées (DPPR/SEI2/FA-07-0066) et sa note d'application en date du 16 juillet 2012. Cette circulaire précise dans son annexe 1 au point II.b) les constructions autorisées dans les zones autour des nouvelles installations classées soumises simple autorisation.

La note d'application précise que l'avis de l'Inspection des Installations Classées sera défavorable en fonction des niveaux de probabilités et des installations en présence. Le tableau suivant reprend l'objet des restrictions.

Probabilité A, B, C ou D

- Dans la zone des effets létaux significatifs : de toute construction à l'exception :

- d'installations industrielles directement en lien avec l'activité à l'origine du risque.

- Dans la zone des effets létaux : de toute construction à l'exception :

- d'installations industrielles directement en lien avec l'activité à l'origine du risque,
- d'infrastructures de transport servant à desservir la zone industrielle,
- d'installations classées soumises à autorisation, compatibles avec cet environnement (notamment au regard des effets dominos et de la gestion des situations d'urgence).

- Dans la zone des effets irréversibles : de toute construction à l'exception :

- de celles sans présence permanente de personnes.
- d'installations industrielles directement en lien avec l'activité à l'origine du risque,
- d'infrastructures de transport,
- d'installations classées soumises à autorisation, compatibles avec cet environnement (notamment au regard des effets dominos et de la gestion des situations d'urgence).

- Dans la zone des effets indirects : de toute construction à l'exception :

- de celles adaptées à l'effet de surpression lorsqu'un tel effet est généré
- d'installations industrielles directement en lien avec l'activité à l'origine du risque,
- d'infrastructures de transport
- d'installations classées soumises à autorisation, compatibles avec cet environnement (notamment au regard des effets dominos et de la gestion des situations d'urgence).
- de celles sans présence permanente de personnes.

Probabilité E

- Dans la zone des effets létaux significatifs : de toute construction à l'exception :

- d'installations industrielles directement en lien avec l'activité à l'origine du risque,
- d'installations classées soumises à autorisation, compatibles avec cet environnement (notamment au regard des effets dominos et de la gestion des situations d'urgence).

- Dans la zone des effets létaux : de toute construction à l'exception :

- de celles sans présence permanente de personnes,
- d'installations industrielles directement en lien avec l'activité à l'origine du risque,
- d'infrastructures de transport,
- d'installations classées soumises à autorisation, compatibles avec cet environnement (notamment au regard des effets dominos et de la gestion des situations d'urgence).

- Dans la zone des effets irréversibles et indirects pour la surpression: de toute construction à l'exception :

- de celles adaptées à l'effet de surpression
- de celles sans présence permanente de personnes,
- d'installations industrielles directement en lien avec l'activité à l'origine du risque,
- d'infrastructures de transport,
- d'installations classées soumises à autorisation, compatibles avec cet environnement (notamment au regard des effets dominos et de la gestion des situations d'urgence).

Pour les scénarios en probabilité E, les seuils d'effets létaux et des effets indirects comprennent une portion des bâtiments de la société voisine des Transports Papin (scénario n°7). Ces bâtiments correspondent à une installation classée soumise à autorisation, compatible avec cet environnement (notamment au regard des effets dominos et de la gestion des situations d'urgence). En effet, les effets dominos ont été étudiés dans la présente étude et il a été démontré l'absence d'effets dominos. Ainsi, **le risque est acceptable.**

Pour les scénarios en probabilité D, les effets létaux sortant des limites de propriété ne concernent qu'une portion de la voie d'accès des pompiers et une partie de la parcelle agricole voisine. Il s'agit « d'infrastructures de transport desservant uniquement les installations industrielles ».

Les effets irréversibles et indirects comprennent la voie ferrée, le parking des Transports Papin, la voie d'accès des secours et la parcelle agricole voisine. Ces installations et infrastructures sont autorisées.

Le risque est donc acceptable.

D'après la matrice d'acceptabilité, le projet d'unité de méthanisation de la société A.M. – ATHIES METHANISATION présente des risques acceptables.

3. Synthèse des effets de surpression, thermique et toxique

Les figures en pages suivantes permettent de faire la synthèse des effets de surpression, des effets thermiques et des effets toxiques, pour tous les scénarios confondus (hors scénarios 7 et 11 en probabilité E). Sont représentés uniquement les distances d'effets les plus importantes pour chaque seuil.

Concernant les effets de surpression, les seuils des effets létaux (140 et 200 mbar) ne sortent pas des limites de propriété. Le seuil des effets irréversibles (50 mbar) atteint la zone de parking de la société voisine des Transports Papin et la parcelle agricole voisine.

Concernant les effets thermiques, les seuils des effets létaux (5 et 8 kW/m²) ne sortent pas des limites de propriété. Le seuil des effets indirects (3 kW/m²) déborde sur la voie d'accès des secours.

Concernant les effets toxiques, les seuils des effets létaux atteignent une portion de la voie d'accès des secours et sur la parcelle agricole voisine. Le seuil des effets indirects englobe une portion de la voie ferrée, du parking de la société voisine Transports Papin et une partie de la parcelle agricole voisine.

Une procédure d'alerte de la population sera mise en place pour le dégagement de biogaz et une procédure d'alerte sera également établie avec la SNCF.

Figure 17 : Synthèse des effets de surpression

Légende

149

Parcelles cadastrales n°523 et 524

200 mbar

140 mbar

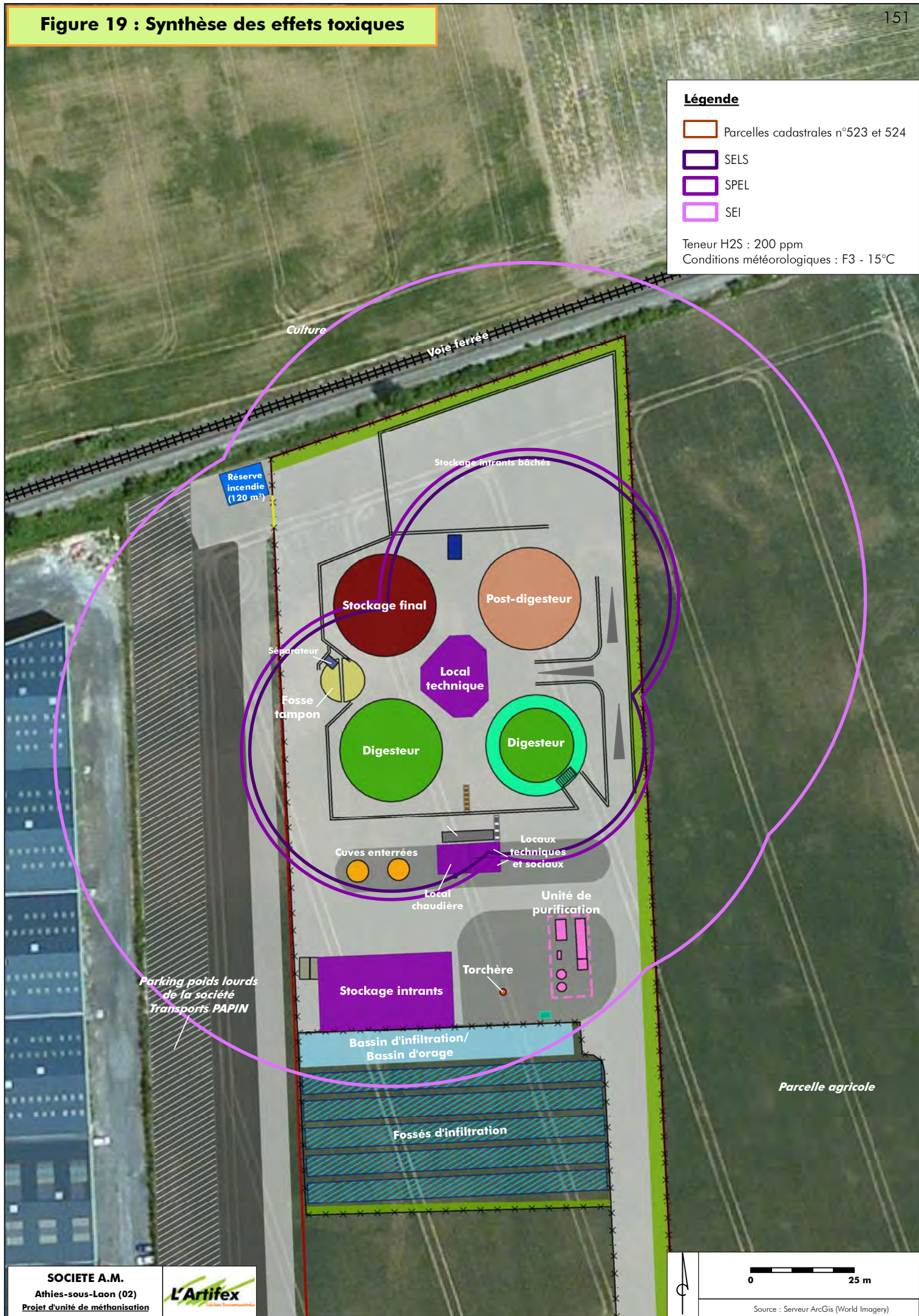
50 mbar

20 mbar



Figure 18 : Synthèse des effets thermiques





PARTIE 4 : CONCLUSION DE L'ETUDE DE DANGERS

• CARACTERISATION DES DANGERS ET DES ENJEUX

L'activité de méthanisation et ses activités connexes sont par définition potentiellement des sources de dangers, comme toute installation industrielle (explosion, incendie, pollutions...). Les substances mises en œuvre ont des propriétés qui les rendent potentiellement dangereuses :

- les substrats représentent un risque d'incendie et d'explosion (matières végétales combustibles), de pollution accidentelle en élément nutritif ;
- le biogaz est réactif (le méthane est explosif et inflammable), toxique (l'inhalation d'hydrogène sulfuré peut causer la mort) et contient des gaz inertes en grande quantité (anoxie possible) ;
- le digestat est riche en éléments nutritifs, pouvant provoquer une pollution accidentelle à l'azote.

L'étude du site et de son environnement a mis en évidence les cibles potentielles d'un accident. Le sol et les eaux souterraines sont exposés aux pollutions (infiltration). Les principales cibles sont l'habitation la plus proche (140 m environ au Sud-Ouest) et la ferme de Manoise située à 250 m au Nord.

Les causes d'exposition au danger sont multiples et peuvent être internes (défaillance, erreur humaine...) ou externes à l'installation (risques technologiques, naturels, malveillance). Les particularités du voisinage du site sont la présence de l'activité agricole, les entrepôts de la société de TRANSPORTS PAPIN à l'Ouest et la société DESCOURS & CABAUD à l'Est.

Le retour d'expérience et l'accidentologie sur des installations similaires au projet de la société A.M. - ATHIES METHANISATION sont limités. L'Allemagne et ses plus de 6 000 installations en fonctionnement nous permettent d'identifier des éléments clés, à savoir la gestion du digesteur pour éviter son débordement, la maîtrise de la pression du digesteur pour éviter son explosion, le gel des soupapes et leur positionnement.

• ANALYSE DES RISQUES

L'analyse préliminaire des risques permet d'identifier plusieurs phénomènes dangereux et scénarios d'accidents majeurs en fonction des différents équipements présents sur l'installation :

Phénomènes dangereux	Scénario majeur d'accident	
	N°	Désignation
EXPLOSION VCE (en espace confiné)	1	Explosion VCE dans les digesteurs et post-digesteur en fonctionnement à vide
	2	Explosion VCE dans le local chaudière
	3	Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification
	4	Explosion VCE du poste d'injection de biométhane
EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	5	Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres
	6	Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	7	Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane
	8	Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère
INCENDIE	9	Incendie du stockage de matières végétales
	10	Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	11	Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane
DEGAGEMENT TOXIQUE H ₂ S	12	Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres
	13	Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	14	Dégagement toxique suite à un dysfonctionnement de la torchère
DEVERSEMENT DE MATIERES	15	Déversement de matières suite à la ruine des digesteurs/post-digesteur

Une modélisation des zones d'effets est réalisée pour permettre la cotation en gravité des scénarios. La probabilité est déterminée à partir de l'accidentologie et du retour d'expérience.

La cotation permet de mettre en évidence les scénarios majeurs.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE			7		
IMPORTANT					
SERIEUX			1, 2, 5, 12		
MODERE		15	3, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14		

• MAITRISE DES RISQUES

Les mesures mises en place sur l'installation de méthanisation concernent à la fois la prévention (réduction de l'occurrence), la protection (des biens et des personnes) et l'intervention (moyens mis en œuvre pendant un sinistre).

Elles ont été définies à partir du retour d'expérience, des recommandations de l'INERIS, et de l'analyse des risques précédente. Elles sont intégrées dans la conception de l'installation.

Les principales mesures mises en place et propres à une installation de méthanisation sont :

- la soupape de surpression des digesteurs/post-digesteur (munie d'un dispositif anti-gel) ;
- l'inertage à l'azote avant la maintenance des digesteurs/post-digesteur et le protocole de maintenance ;
- les systèmes de détection de méthane redondants et asservis à des alarmes et à des vannes de coupures ;
- la cuvette de rétention étanche ;
- ...

En reprenant la cotation en probabilité et gravité initiale des scénarios d'accidents et en tenant compte des mesures spécifiques mises en place, la révision de la cotation montre que l'ensemble des scénarios sont classés en risque moindre, sauf le scénario 7 qui présente une probabilité E (événement extrêmement peu probable). Les risques de l'installation sont donc maîtrisés par l'exploitant.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE	7				
IMPORTANT					
SERIEUX		1, 2, 5, 12			
MODERE	11	3, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 15			

Les mesures de prévention, de protection et d'intervention présentent donc un niveau de sécurité permettant de réduire les risques à leur niveau le plus bas, compte tenu du contexte socio-économique du moment.

La société A.M. - ATHIES METHANISATION maîtrise correctement les risques liés à l'exploitation de son unité de méthanisation. Le niveau de risque est acceptable.

PARTIE 5 : BIBLIOGRAPHIE ET AUTEURS

I. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

INERIS et le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, *Règles de sécurité des installations de méthanisation agricole*, 2009.

INERIS, *Étude des risques liés à l'exploitation des méthaniseurs agricoles*, N°DRA-07-88414-10586B, Janvier 2008. Disponible sur : <http://www.ineris.fr/index.php?module=doc&action=getDoc&id_doc_object=3451>

INERIS, *Oméga 8 – Feu torche- Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques accidentel*», DRA-35, 2003, 60 p.

INERIS, *Oméga-9 : L'étude de dangers d'une installation classée*, DRA – EVAL – 46055, 2006. Disponible sur : <http://www.ineris.fr/index.php?module=cms&action=getContent&id_heading_object=1052>

INERIS, *Guide des méthodes d'évaluation des effets d'une explosion de gaz à l'air libre*. DRA – Ymo/YMo – 1999- 20433. Juillet 1999, 166p.

INERIS, *Scénarios accidentels et modélisation des distances d'effets associés pour des installations de méthanisation de taille agricole et industrielle*. N°DRA-09-101660-12314A, Janvier 2010, 47p.

INRS, *Incendie et lieu de travail – Prévention et lutte contre le feu*. Edition INRS ED 990, ISBN 978-2-7389-1609-9, Décembre 2007.

INRS, *ATEX : Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives – Guide méthodologique*. ED 945, juillet 2011.

LEROY G. *Feu torche – Accidentologie, description, modélisation*. Techniques de l'Ingénieur, référence SE5125, octobre 2010, 12 p.

II. REGLEMENTATION

ARRETE DU 29 SEPTEMBRE 2005 *relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation*, JO du 7 octobre 2005, NOR : DEVP0540371A.

CIRCULAIRE DU 10/05/10 *récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003*, BO du MEEDDM n° 2010/12 du 10 juillet 2010, NOR DEVP1013761C.

CIRCULAIRE du 4 mai 2007 *relative au porter à connaissance « risques technologiques et maîtrise de l'urbanisation autour des installations classées »* et sa note d'application du 16 juillet 2012.

III. AUTEURS DE L'ETUDE DE DANGERS

L'étude de dangers a été réalisée par le bureau d'études en environnement L'ARTIFEX, basé à Roquecourbe (81). Les personnes intervenant sur le projet ont été (les CV simplifiés sont donnés dans la partie 8 de l'étude d'impact) :

- GROS Isabelle, ingénieure d'étude ;
- FAÏSSE Sébastien, responsable d'étude.

La société TECHNISIM CONSULTANTS, basée à Lyon (69), a été mandatée pour la modélisation des scénarios d'accident.



ANNEXES

Annexes

Annexe 1 : Analyse du risque Foudre et étude technique

Annexe 2 : Fiche de données sécurité de l'hydroxyde de fer

Annexe 3 : Courrier de la SNCF

Annexe 1 : Analyse du risque Foudre et étude technique

Analyse Risque Foudre

Etude Technique

Etude réalisée sur plan pour L'ARTIFEX

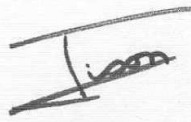
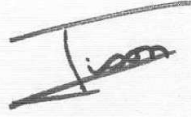
A.M. Méthanisation

Site d'Athies-sous-Laon (02)

Rédacteur : J. TISON

Date : 10/04/2015

1. HISTORIQUE DES EVOLUTIONS

Indice de révision	Date	Objet de l'évolution	Nom et signatures	
			Rédacteur	Vérificateur
0	05/11/14	Version initiale	JT 	TK 
1	10/04/15	Modifications du plan de masse	JT 	TK 

2. TABLE DES MATIERES

1.	HISTORIQUE DES EVOLUTIONS.....	2
2.	TABLE DES MATIERES.....	3
3.	GLOSSAIRE.....	5
4.	LE RISQUE Foudre.....	7
5.	INTRODUCTION.....	8
5.1.	BASE DOCUMENTAIRE.....	8
5.2.	DEROULEMENT DE LA MISSION	9
5.2.1.	Références réglementaires et normatives	9
5.2.2.	Définition de l'Analyse du Risque Foudre	10
5.2.3.	Déroulement de l'Etude Technique.....	11
6.	PRESENTATION DU SITE	12
6.1.	CARACTERISTIQUES DU SITE	12
6.1.1.	Adresse.....	12
6.1.2.	Descriptif	12
6.2.	ACTIVITES CLASSEES : LISTE DES INSTALLATIONS REPERTORIEES DANS LA NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES	12
7.	ANALYSE DE RISQUE Foudre (A.R.F)	14
7.1.	DENSITE DE FOUDROIEMENT	14
7.2.	RESISTIVITE DU SOL	14
7.3.	IDENTIFICATION DES STRUCTURES A PROTEGER	14
7.4.	IDENTIFICATION DES RISQUES DUS A LA Foudre	16
7.4.1.	Risque d'incendie	16
7.4.2.	Risque environnemental.....	17
7.4.3.	Risque d'explosion.....	17
7.4.4.	Présence humaine.....	17
7.4.5.	Situation relative des bâtiments.....	17
7.5.	DETERMINATION DES NIVEAUX DE PROTECTION	18
7.5.1.	Bloc 1 : Biofiltre,.....	18
7.5.2.	Bloc 2 : Stockage final,	19
7.5.3.	Bloc 3 : Plateforme couverte,.....	20
7.5.4.	Bloc 4 : Unité de purification,	21
7.5.5.	Bloc 5 : Local technique,.....	22
7.5.6.	Bloc 6 : Chaudière + locaux sociaux,.....	23
7.5.7.	Bloc 7 : Plateforme non-couverte.....	24
7.5.8.	Equipements ou fonctions à protéger	25
8.	CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	29
9.	ETUDE TECHNIQUE	31
9.1.	PRINCIPES DE PROTECTION : IEPF ET IIPF	31
9.1.1.	Les Installations Extérieures de Protection Foudre (I.E.P.F).....	31
9.1.2.	Les Installations Intérieures de Protection Foudre (I.I.P.F)	32
9.2.	PRECONISATIONS	37
9.2.1.	Protections : Les Installations Extérieures de Protection Foudre (IEPF).....	37
9.2.2.	Protections : Les Installations Intérieures de Protection Foudre (IIPF)	42
9.2.2.1.	Rappel Général.....	42
9.2.2.2.	Liste des parafoudres à installer	44

9.2.2.3.	Equipements ou fonctions à protéger	45
9.3.	LES EQUIPEMENTS A SECURISER HORS CADRE DE LA REGLEMENTATION	47
9.4.	EQUIPOTENTIALITE ET CEM	47
9.5.	OBSERVATIONS.....	48
9.6.	REALISATION : QUALIFICATION ET CERTIFICATION	49
10.	VERIFICATION DES PROTECTIONS CONTRE LA FOUDRE.....	50
10.1.	VERIFICATION INITIALE	50
10.2.	VERIFICATIONS PERIODIQUES.....	50
10.3.	VERIFICATION SELON LA NF C 17 102	51
10.4.	RAPPORT DE VERIFICATION	52
10.5.	MAINTENANCE.....	52
11.	LA PROTECTION DES PERSONNES.....	53
11.1.	PREVENTION ET ENREGISTREMENT DES IMPACTS.....	53
11.1.1.	<i>La détection d'orage et l'enregistrement</i>	<i>53</i>
11.1.2.	<i>Les mesures de sécurité.....</i>	<i>53</i>
11.2.	TENSION DE PAS ET DE CONTACT	54
11.2.1.	<i>Tension de contact</i>	<i>54</i>
11.2.2.	<i>Tension de pas</i>	<i>54</i>
12.	ANNEXES.....	55
12.1.	ANNEXE 1 : PLAN DE MASSE.....	56
12.2.	ANNEXE 2 : STATISTIQUES METEORAGE	57
12.3.	ANNEXE 3 : VISUALISATION DES RISQUES R1 AVEC ET SANS PROTECTION.....	58
12.4.	ANNEXE 4 : COMPTE RENDU ANALYSE DE RISQUE (JUPITER).....	65
12.5.	ANNEXE 5 : PRISES DE TERRE PARATONNERRE	84
12.6.	ANNEXE 6 : DISTANCE DE SEPARATION	87
12.7.	ANNEXE 7 : EQUIPOTENTIALITE	89
12.8.	ANNEXE 8 : CARNET DE BORD QUALIFOUDRE	92
12.9.	ANNEXE 9 : NOTICE DE VERIFICATION ET MAINTENANCE	97

Nombre de page du dossier

104

3. GLOSSAIRE

Installation Extérieure de Protection contre la Foudre (IEPF) :

Son rôle est de capter et de canaliser le courant de foudre vers la terre par le chemin le plus direct (en évitant la proximité des équipements sensibles). L'IEPF est composée :

- du système de capture : il est constitué de paratonnerres stratégiquement placés et de dispositifs naturels de capture ;
- des conducteurs de descente destinés à écouler le courant de foudre vers la terre ;
- du réseau des prises de terre ;
- du réseau d'équipotentialité (un maillage métallique des masses et des éléments conducteurs complété éventuellement par la mise en place de parafoudres et d'éclateurs).

Installation Intérieure de Protection contre la Foudre (IIPF) :

Son rôle principal est de limiter les perturbations électriques à l'intérieur des installations à des valeurs acceptables pour les équipements. L'IIPF est composée :

- du réseau d'équipotentialité : Il est obtenu par un maillage métallique des masses et des éléments conducteurs ;
- de parafoudres, de filtres, etc. spécifiquement conçus pour chaque type de signal à transmettre ;

Méthode déterministe :

Cette méthode ne prend pas en compte le risque de foudroiement local. Par conséquent, quelque soit la probabilité d'impact, une structure ou un équipement défini comme IPS, sera protégé si l'impact peut engendrer une conséquence sur l'environnement ou sur la sécurité des personnes.

Lorsque la norme NF-EN 62305-2 ne s'applique pas réellement (exemple : zone ouverte ou à risque d'impact foudre privilégié tels que cheminées, aéro-réfrigérants, racks, stockages extérieurs) cette méthode est choisie.

Méthode probabiliste :

L'évaluation probabiliste du risque permet une classification des risques de la structure, elle permet donc de définir des priorités dans le choix des protections et de vérifier la pertinence d'un système de protection.

Elle permet de définir les niveaux de protections à atteindre pour les bâtiments, afin de lutter contre les effets directs et indirects de la foudre.

La méthode utilisée s'applique aux structures fermées (de type bâtiment), elle tient compte des dimensions, de la structure du bâtiment, de l'activité qu'il abrite, et des dommages que pourrait engendrer la foudre en cas de foudroiement sur ou à proximité des bâtiments.

Les risques de dommages causés par la foudre peuvent être de 4 types :

- R1 : Risque de perte humaine
- R2 : Risque de perte de service public
- R3 : Risque de perte d'héritage culturel
- R4 : Risque de pertes économiques

Suivant la circulaire du 24/04/2008, seul le risque R1 est pris en considération.

Lorsque le risque calculé est supérieur au risque acceptable, des solutions de protection et de prévention sont adoptées jusqu'à ce que le risque soit rendu acceptable.

Cette méthode probabiliste permet d'évaluer l'efficacité de différentes solutions afin d'optimiser la protection.

Le résultat obtenu fournit le niveau de protection à mettre en œuvre à l'aide de parafoudres, d'interconnexions et/ou de paratonnerres.

Pour évaluer le risque dû aux coups de foudre dans une structure, nous utiliserons la norme NF EN 62 305-2.

Ce guide propose une méthode d'évaluation du risque foudre. Une fois fixée la limite supérieure du risque tolérable, la procédure proposée permet de choisir les mesures de protection appropriées pour réduire le risque à une valeur inférieure ou égale à la valeur limite tolérable. Cela débouchera sur la définition d'un niveau de protection allant de I, pour le plus sévère, à IV pour le moins sévère.

Niveau de protection (N_p) :

Nombre lié à un ensemble de valeurs de paramètres du courant de foudre quant à la probabilité selon laquelle les valeurs de conception associées maximales et minimales ne seront pas dépassées lorsque la foudre apparaît de manière naturelle.

Caractéristiques de la structure	niveau de protection
Structure non protégée par SPF.	-
Structure protégée par un SPF	IV
	III
	II
	I

Les niveaux de protection s'échelonnent du « Niveau IV » au « Niveau I ». Le niveau IV étant le niveau de protection normal tandis que le niveau I est le niveau de protection maximal.

Equipements Importants pour la Sécurité (EIPS) :

Pour être qualifié **d'éléments important pour la sécurité** (EIPS), un élément (opération ou équipement) doit être choisi parmi les **barrières de sécurité** destinées à prévenir l'occurrence ou à limiter les conséquences d'un événement redouté central susceptible de conduire à un **accident majeur**.

Parafoudre :

Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à écouler les courants de choc. Il comprend au moins un composant non linéaire.

Parafoudres coordonnés :

Parafoudres coordonnés choisis et installés de manière appropriée pour réduire les défaillances des réseaux électriques et électroniques.

Système de protection contre la foudre (SPF) :

Installation complète utilisée pour réduire les dommages physiques dus aux coups de foudre qui frappent une structure. Elle comprend à la fois des installations extérieures et intérieures de protection contre la foudre.

Zone de protection foudre (ZPF) :

Zone dans laquelle l'environnement électromagnétique de foudre est défini.

4. LE RISQUE Foudre

Avant d'entamer précisément le dossier d'étude du risque foudre, il est nécessaire de rappeler quelques principes fondamentaux sur la foudre et ses effets destructeurs.

Événement initiateur	Événement redouté	Phénomènes dangereux	Effets
FOUDRE	ETINCELLE	EXPLOSION INCENDIE PERTE D'EIPS	IMPACT HUMAIN, ENVIRONNEMENTAL & INDUSTRIEL

La foudre est un courant de forte intensité, 30 kA en moyenne avec des maxima de l'ordre de 100 kA, se propageant avec des fronts de montée extrêmement raides entre deux masses nuageuses ou entre une masse nuageuse et le sol.

Ce courant de foudre peut avoir des conséquences très dommageables pour les structures même des bâtiments lorsqu'elles sont directement frappées. La parade est relativement simple à trouver : l'installation de paratonnerres ou la prise en compte d'éléments constitutifs (naturel) du bâtiment en tant que tel.

Mais elle peut aussi causer d'innombrables dégâts aux équipements électriques, électroniques et informatiques qui se trouvent à proximité du point d'impact, en cherchant à s'écouler à la terre par tous les éléments conducteurs qu'elle rencontre sur son chemin. Elle rayonne également un champ électromagnétique très intense, lui-même générateur de courants parasites sur les câbles qu'il illumine. Enfin, elle crée des phénomènes dits de "couplage de terre" lors de son écoulement à la terre.

La parade contre ces effets secondaires est plus difficile à mettre en place dans la mesure où le danger peut avoir des origines multiples. Néanmoins, les progrès de ces dernières années sur la connaissance de ces phénomènes nous permettent aujourd'hui de nous en protéger grâce aux mesures suivantes :

- Réalisation d'une parfaite équipotentialité des terres du site dont le but est de limiter les conséquences des phénomènes de couplage de terre, complétée en surface par l'interconnexion des masses métalliques tels que chemins de câbles en acier, structure métallique, tuyauteries et conduits divers à proximité des équipements sensibles. Ce réseau en surface, encore appelé "Plan de Masse", a pour effet de réduire les courants vagabonds qui circulent habituellement dans ces éléments conducteurs.
- Cette mesure de mise en équipotentialité peut être complétée par l'installation de parafoudres sur les lignes provenant de l'extérieur des bâtiments et reliées aux équipements importants pour la sécurité ou aux électroniques fragiles, pour les protéger contre les surtensions transitoires dont l'origine a été expliquée précédemment.

5. INTRODUCTION

5.1. Base documentaire

L'Analyse de Risque Foudre et l'Etude Technique se basent sur les documents listés ci dessous et sur les informations fournies par L'ARTIFEX (M^{me} GROS).

Référence du document (version initiale)	
Titre	Numéro(s)
Plan de masse	Date : 09/09/2014
Plan électricité gaz	Date : 09/09/2014
Coupe d'insertion	Date : 15/09/2014
Lettre de demande d'autorisation unique	/
Etude de dangers	Date : 2014
Référence du document (révision 1)	
Titre	Numéro(s)
Plan de masse	Date : 18/03/2015
Lettre de demande d'autorisation unique	Date : 2014
Photos de la zone d'implantation du projet	Date : 2015
Etude de dangers	Date : 2015

N.B : En l'absence de l'ensemble des informations nécessaires* pour le choix des paramètres de calcul du niveau de protection selon la NF-EN 62 305-2 ; les éléments seront choisis par défaut avec dans certains cas une majoration des critères retenus (cas défavorables).

**Liste exhaustive des courants forts et courants faibles, plan des réseaux de terre.*

Document joint => Plan de masse (Annexe 1)

5.2. Déroulement de la mission

5.2.1. Références réglementaires et normatives

L'étude est réalisée dans le respect des règles de l'art, conformément aux prescriptions, normes, décrets et textes officiels en vigueur à ce jour, et plus particulièrement aux documents suivants :

❖ Normes françaises

Norme	Désignation
NF C 17-102 (Septembre 2011)	Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage
NF C 15-100 (décembre 2002)	Installations électriques Basse Tension § 443 et § 543
NF EN 62305-1 (Juin 2006)	Protection contre la foudre, Partie 1 : Principes généraux
NF EN 62305-2 (Novembre 2006)	Protection contre la foudre, Partie 2 : Evaluation du risque
NF EN 62305-3 (Décembre 2006)	Protection contre la foudre, Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
NF EN 62305-4 (Décembre 2006)	Protection contre la foudre, Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures

❖ Documents officiels

Document	Désignation
Arrêté du 4 octobre 2010	Arrêté relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011
Circulaire du 24 avril 2008	Application de l'arrêté du 19 juillet 2011

❖ Guides pratiques

Document	Désignation
UTE C 15-443 (Août 2004)	Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions, d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres

5.2.2. Définition de l'Analyse du Risque Foudre

Selon l'Arrêté du 19 juillet 2011 :

L'analyse du risque foudre identifie les équipements et installations dont une protection doit être assurée.

L'analyse est basée sur une évaluation des risques réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2. Elle définit les niveaux de protection nécessaires aux installations.

Cette analyse est systématiquement mise à jour à l'occasion de modifications notables des installations nécessitant le dépôt d'une nouvelle autorisation au sens de l'article R. 512-33 du code de l'environnement et à chaque révision de l'étude de dangers ou pour toute modification des installations qui peut avoir des répercussions sur les données d'entrées de l'ARF.

Et selon sa circulaire associée du 24 avril 2008 :

L'ARF identifie :

- Les installations qui nécessitent une protection ainsi que le niveau de protection associé ;
- Les liaisons entrantes ou sortantes des structures (réseaux d'énergie, réseaux de communications, canalisations) qui nécessitent une protection ;
- La liste des équipements ou des fonctions à protéger ;
- Le besoin de prévention visant à limiter la durée des situations dangereuses et l'efficacité du système de détection d'orage éventuel.

L'ARF n'indique pas de solution technique (type de protection directe ou indirecte). La définition de la protection à mettre en place (paratonnerre, cage maillée, nombre et type de parafoudres) et les vérifications du système de protection existant sont du ressort de l'étude technique.

Pour conclure, la méthode est modélisée à travers un logiciel spécialisé et officiel : JUPITER ver 1.3.0 de l'UTE, logiciel que nous avons utilisé pour cette étude.

5.2.3. Déroulement de l'Etude Technique

❖ Protection des effets directs (Installation Extérieure de Protection contre la Foudre)

Le but de cette étude est d'indiquer les dispositions à prendre pour obtenir, dans l'état actuel des connaissances de la technique et de la réglementation en vigueur, une protection satisfaisante des bâtiments et installations fixes, contre les coups de foudre directs.

Cette étude tient compte des risques inhérents à votre site, vus dans l'étude de risque.

Nous proposons pour chaque bâtiment ou structure la solution de protection la mieux adaptée possible à la situation rencontrée.

❖ Protection des effets indirects (Installation Intérieure de Protection contre la Foudre)

Il y a lieu d'assurer une montée en potentiel uniforme des terres et des masses en cas de choc foudre sur le site.

Cette montée en potentiel uniforme permet de limiter les effets de claquage et les courants vagabonds, pouvant être des facteurs déclenchant dans les zones à risque ou bien destructeurs pour les équipements électroniques. Pour cela, l'examen des réseaux de terre est réalisé.

Les lignes électriques seront aussi examinées afin de limiter les surtensions qu'elles peuvent transmettre et devenir un éventuel facteur déclenchant dans les zones à risques à l'intérieur du site.

❖ Prévention

Il y est défini les systèmes de détection d'orage, les mesures de sécurité et les moyens de protection contre les tensions de pas et de contact.

❖ Notice de vérification et maintenance

Il y est défini la périodicité, la procédure de vérification, le rapport de vérification et la maintenance.

6. PRESENTATION DU SITE

6.1. Caractéristiques du site

6.1.1. Adresse

A.M. Méthanisation

Lieu dit « Les Minimés »

02 840 ATHIES-SOUS-LAON

6.1.2. Descriptif

L'étude concerne un projet d'unité de méthanisation agricole.

6.2. Activités classées : Liste des installations répertoriées dans la nomenclature des installations classées

Rubrique ICPE	Seuil de classement Quantité présente ou traitée (Q) :	Classement (rayon d'affichage)	Capacité du projet	Classement du projet
2781-2 : Méthanisation d'autres déchets non dangereux.	-	A (2)	Méthanisation de 84,7 t/j de matières végétales brutes, de déchets végétaux d'industries agroalimentaires et d'autres déchets non dangereux (glycérine et eaux de lavage des camions)	A (2)
2910-B-2 : Installation de combustion (gaz provenant de la biomasse à l'exclusion des installations visées par les rubriques 2770 et 2771. Produits consommés seuls ou en mélange différents de ceux visés en A et C ou sont de la biomasse telle que définie au b (ii) ou au b (iii) ou au b (v) de la définition de biomasse, et si la puissance thermique nominale de l'installation est supérieure à 100 kW et inférieure à 20 MW	a) En cas d'utilisation de biomasse telle que définie au b (ii) ou au b (iii) ou au b (v) de la définition de biomasse, ou de biogaz autre que celui visé en 2910-C, ou de produit autre que biomasse issu de déchets au sens de l'article L. 541-4-3 du code de l'environnement	E	Chaudière biogaz : environ 710 kW	E
	b) Dans les autres cas	A (3)		
2920 : Installations de compression fonctionnant à des pressions effectives supérieures à 10 ⁵ Pa et comprimant ou utilisant des fluides inflammables ou toxiques, la puissance absorbée étant supérieure à 10 MW	-	A (1)	Unité de purification : Compression : 135 kW Séchage : 15 kW Surpresseur : 5 kW Accessoires : 3 kW TOTAL : 158 kW	NC

Rubrique ICPE	Seuil de classement Quantité présente ou traitée (Q) :	Classement (rayon d'affichage)	Capacité du projet	Classement du projet
2260-2 : Broyage, concassage, criblage, déchiquetage, ensachage, pulvérisation, trituration, granulation, nettoyage, tamisage, blutage, mélange, épluchage et décortication des substances végétales et de tous produits organiques naturels, y compris la fabrication d'aliments composés pour animaux, mais à l'exclusion des activités visées par les rubriques nos 2220, 2221, 2225, 2226	a) Puissance > 500 kW	A (2)	Absence de broyeur sur le site (décomposition de la matière dans l'anneau d'hydrolyse)	NC
	b) 100 kW < Puissance ≤ 500 kW	D		
2716 : Installation de transit, regroupement ou tri de déchets non dangereux non inertes à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2713, 2714, 2715 et 2719	1. Volume stocké ≥ 1 000 m ³	A (1)	Stockage de 13 000 m ³ (betteraves et oignons)	A (1)
	2. 100 m ³ ≤ Volume stocké < 1 000 m ³	DC		
2160 - 1 : Silos plats de stockage en vrac de céréales, grains, produits alimentaires ou tout produit organique dégageant des poussières inflammables.	5 000 m ³ < Q ≤ 15 000 m ³	DC	Silos couloirs de stockage de matières végétales de 2 016 m ³ (576 m ² avec une hauteur de stockage de 3,5 m)	NC
	15 000 m ³ < Q	E		

A : autorisation ; E : enregistrement ; DC : déclaration, soumis au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement ; D : déclaration ; RA = Rayon d'affichage.

Source : Lettre de demande d'autorisation unique

7. ANALYSE DE RISQUE Foudre (A.R.F)

7.1. Densité de foudroiemment

La densité qui est prise en compte dans cette étude correspond au nombre d'impacts par an au Km² sur le site. Cette valeur nous est fournie par Météorage.

Densité de foudroiemment sur le site Ng = Da = 1,32

Document joint => Statistiques Météorage (Annexe 2)

7.2. Résistivité du sol

En l'absence de données précises et en application de la norme NF EN 62-305-2, nous reteindrons la valeur par défaut soit 500 Ω m.

7.3. Identification des structures à protéger

Le site sera étudié en 7 blocs selon la méthode probabiliste. Ces blocs sont découpés en fonction de l'implantation géographique et des activités des différentes unités. En l'absence de mur REI 2 H séparant ces unités, elles seront étudiées dans leur globalité.

- ✚ Bloc 1 : Biofiltre,
- ✚ Bloc 2 : Stockage final,
- ✚ Bloc 3 : Plateforme couverte,
- ✚ Bloc 4 : Unité de purification,
- ✚ Bloc 5 : Local technique,
- ✚ Bloc 6 : Chaudière + locaux sociaux,
- ✚ Bloc 7 : Plateforme non-couverte.

Une approche déterministe sera réalisée pour :

- la cuve fioul,
- le torchère,
- les 2 digesteurs et le post-digesteur car ils sont recouverts d'un stockage de biogaz (toit à double membrane).

Les unités suivantes ne comportant pas de risque majeur vis à vis de la foudre, elles ne seront pas étudiées selon la méthode probabiliste dans notre rapport :

- Pont bascule,
- 2 fosses tampon + séparateur,
- 2 cuves stockage liquide enterrées.

Le poste d'injection du biométhane (à l'entrée de l'installation) dans le réseau appartient à GRDF et ne fait donc pas partie de l'emprise du projet.

7.4. Identification des risques dus à la foudre

Voici les différents risques retenus par l'étude de dangers :

3. Synthèse des scénarios d'accident

Le tableau d'analyse des risques a permis de mettre en évidence les scénarios d'accidents majeurs synthétisés ci-dessous.

Phénomènes dangereux	Scénario majeur d'accident	
	N°	Désignation
EXPLOSION VCE (en espace confiné)	1	Explosion VCE dans les digesteurs et post-digesteur en fonctionnement à vide
	2	Explosion VCE dans le local chaudière
	3	Explosion VCE dans le conteneur de l'unité de purification
	4	Explosion VCE du poste d'injection de biométhane
EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	5	Explosion UVCE suite à la ruine des gazomètres
	6	Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	7	Explosion UVCE suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane
	8	Explosion UVCE suite à un dysfonctionnement de la torchère
INCENDIE	9	Incendie du stockage de matières végétales
	10	Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	11	Feu torche suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biométhane
DEGAGEMENT TOXIQUE H ₂ S	12	Dégagement toxique suite à la ruine des gazomètres
	13	Dégagement toxique suite à la rupture guillotine d'une canalisation extérieure de biogaz
	14	Dégagement toxique suite à un dysfonctionnement de la torchère
DEVERSEMENT DE MATIERES	15	Déversement de matières suite à la ruine des digesteurs/post-digesteur

Les chapitres suivants reprennent les risques retenus dans notre étude.

7.4.1. Risque d'incendie

Le risque incendie sera qualifié « élevé » pour les unités suivantes qui présentent du biogaz ou des matières sèches en quantité significative.

- ✦ Bloc 2 : Stockage final,
- ✦ Bloc 3 : Plateforme couverte,
- ✦ Bloc 4 : Unité de purification,
- ✦ Bloc 7 : Plateforme non-couverte.

Il sera considéré comme ordinaire pour les unités suivantes qui ne présentent pas de matière combustible/inflammable en quantité significative :

- ✦ Bloc 1 : Biofiltre,
- ✦ Bloc 5 : Local technique.
- ✦ Bloc 6 : Chaudière + locaux sociaux,

Le site dispose de moyens d'extinction incendie dits « manuels » (extincteurs, RIA).

7.4.2. Risque environnemental

L'étude de dangers précise que les unités contenant des matières « polluantes » sont équipées de rétentions. Le risque environnemental sera écarté de notre étude.

7.4.3. Risque d'explosion

En l'absence de zone ATEX 0 ou 20 sur le site, nous ne prendrons pas en compte le risque d'explosion dans notre étude.

7.4.4. Présence humaine

Le risque de panique des personnes sera quantifié « faible » car l'effectif du site est réduit (moins de 10 personnes) et l'évacuation des bâtiments ne présente pas de problème particulier.

7.4.5. Situation relative des bâtiments

Les différents bâtiments du site se situent dans un environnement rural et entourés d'éléments plus petits ou de même taille : arbres, bâtiments eux-mêmes, bâtiments voisins. Le biofiltre est entouré d'éléments plus hauts (post-digesteur, stockage final).

7.5. Détermination des niveaux de protection

7.5.1. Bloc 1 : Biofiltre,

Description des Bâtiments :

<u>Activité :</u>	☒ Industriel	☐ Bureau	☐ Autres :
<u>Dimension :</u>	Longueur : 6 m Largeur : 3,5 m Hauteur : 3 m H max :		
<u>Sol :</u>	☒ Béton	☐ Carrelage	☐ Lino ☐ Autres :
<u>Ossature verticale :</u>	☐ Béton	☒ Métallique	☐ Bois ☐ Autres :
<u>Façade :</u>	☒ Bardage métallique	☐ Béton	☐ Fibro-ciment ☐ Briques ☐ Autres :
<u>Charpente :</u>	☐ Béton	☒ Métallique	☐ Bois ☐ Autres :
<u>Toiture :</u>	☒ Bac acier	☐ Béton	☐ Fibro-ciment ☐ Tuiles ☐ Autres :
<u>Réseau de Terre :</u>	Information non disponible		

Description des lignes externes :

Nombre de lignes :	☒ 1	☐ 2	☐ 3	☐ Autres :
Lignes	1	2	3	
Nom de l'équipement :	Alimentation électrique + instrumentation			
HT/BT/CFA	BT/CFA			
Nom du Bâtiment connecté à cette ligne	Local technique			
Longueur de la Connexion	50 m			
Aérien/Souterrain	Souterrain			

7.5.2. Bloc 2 : Stockage final,

Description des Bâtiments :			
<u>Activité :</u>	☒ Industriel	☐ Bureau	☐ Autres :
<u>Dimension :</u>	Diamètre : 24,5 m		Hauteur : 8,9 m
	H max :		
<u>Sol :</u>	☒ Béton	☐ Carrelage	☐ Lino ☐ Autres :
<u>Ossature verticale :</u>	☒ Béton	☐ Métallique	☐ Bois ☐ Autres :
<u>Toiture :</u>	☐ Bac acier		
	☒ Béton	☐ Fibro-ciment	☐ Tuiles ☐ Autres :
<u>Réseau de Terre :</u> Information non disponible			

Description des lignes externes :			
Nombre de lignes :	☒ 1	☐ 2	☐ 3 ☐ Autres :
Lignes	1	2	3
Nom de l'équipement :	Alimentation électrique + instrumentation		
HT/BT/CFA	BT/CFA		
Nom du Bâtiment connecté à cette ligne	Local technique		
Longueur de la Connexion	100 m		
Aérien/Souterrain	Souterrain		

7.5.3. Bloc 3 : Plateforme couverte,

Description des Bâtiments :				
<u>Activité :</u>	☒ Industriel	☐ Bureau	☐ Autres :	
<u>Dimension :</u>	Longueur : 32 m Largeur : 18 m Hauteur : 8 m (moyenne)			
	H max :			
<u>Sol :</u>	☒ Béton	☐ Carrelage	☐ Lino	☐ Autres :
<u>Ossature verticale :</u>	☐ Béton	☒ Métallique	☐ Bois	☐ Autres :
<u>Façade :</u>	☒ Bardage métallique			
	☐ Béton	☐ Fibro-ciment	☐ Briques	☐ Autres :
<u>Charpente :</u>	☐ Béton	☒ Métallique	☐ Bois	☐ Autres :
<u>Toiture :</u>	☒ Bac acier			
	☐ Béton	☐ Fibro-ciment	☐ Tuiles	☐ Autres :
<u>Réseau de Terre :</u> Information non disponible				

Description des lignes externes :			
Nombre de lignes :	☒ 1	☐ 2	☐ 3 ☐ Autres :
Lignes	1	2	3
Nom de l'équipement :	Alimentation électrique		
HT/BT/CFA	BT		
Nom du Bâtiment connecté à cette ligne	Local technique		
Longueur de la Connexion	50 m		
Aérien/Souterrain	Souterrain		

7.5.4. Bloc 4 : Unité de purification,

Description des Bâtiments :			
<u>Activité :</u>	☒ Industriel	☐ Bureau	☐ Autres :
<u>Dimension :</u>	Longueur : 12 m	Largeur : 7 m	Hauteur : 5 m
(zone ouverte)	H max :		
<u>Sol :</u>	☒ Béton	☐ Carrelage	☐ Lino ☐ Autres :
<u>Ossature verticale :</u>	☐ Béton	☒ Métallique	☐ Bois ☐ Autres :
<u>Façade :</u>	☒ Bardage métallique simple peau		
	☐ Béton	☐ Fibro-ciment	☐ Briques ☐ Autres :
<u>Charpente :</u>	☐ Béton	☒ Métallique	☐ Bois ☐ Autres :
<u>Toiture :</u>	☒ Bac acier (panneaux sandwich)		
	☐ Béton	☐ Fibro-ciment	☐ Tuiles ☐ Autres :
<u>Réseau de Terre :</u> Information non disponible			

Description des lignes externes :			
Nombre de lignes :	☒ 1	☐ 2	☐ 3 ☐ Autres : 13
Lignes	1	2	3
Nom de l'équipement :	Alimentation électrique + instrumentation		
HT/BT/CFA	BT/CFA		
Nom du Bâtiment connecté à cette ligne	Local technique		
Longueur de la Connexion	50 m		
Aérien/Souterrain	Souterrain		

7.5.5. Bloc 5 : Local technique,

Description des Bâtiments :				
<u>Activité :</u>	☒ Industriel	☐ Bureau	☐ Autres :	
<u>Dimension :</u>	Longueur : 20 m Largeur : 16,5 m Hauteur : 5 m (estimation)			
	H max :			
<u>Sol :</u>	☒ Béton	☐ Carrelage	☐ Lino	☐ Autres :
<u>Ossature verticale :</u>	☐ Béton	☒ Métallique	☐ Bois	☐ Autres :
<u>Façade :</u>	☒ Bardage métallique			
	☐ Béton	☐ Fibro-ciment	☐ Briques	☐ Autres :
<u>Charpente :</u>	☐ Béton	☒ Métallique	☐ Bois	☐ Autres :
<u>Toiture :</u>	☒ Bac acier			
	☐ Béton	☐ Fibro-ciment	☐ Tuiles	☐ Autres :
<u>Réseau de Terre :</u> Information non disponible				

Description des lignes externes :			
Nombre de lignes :	☒ 1	☐ 2	☐ 3 ☐ Autres :
Lignes	1	2	3
Nom de l'équipement :	Alimentation électrique + instrumentation		
HT/BT/CFA	BT/CFA		
Nom du Bâtiment connecté à cette ligne	Local technique		
Longueur de la Connexion	50 m		
Aérien/Souterrain	Souterrain		

7.5.6. Bloc 6 : Chaudière + locaux sociaux,

Description des Bâtiments :				
<u>Activité :</u>	☒ Industriel	☐ Bureau	☐ Autres :	
<u>Dimension :</u>	Longueur : 15 m Largeur : 7 m Hauteur : 5 m (estimation) H max : 10 m (cheminée)			
<u>Sol :</u>	☒ Béton	☐ Carrelage	☐ Lino	☐ Autres :
<u>Ossature verticale :</u>	☐ Béton	☒ Métallique	☐ Bois	☐ Autres :
<u>Façade :</u>	☒ Bardage métallique ☐ Béton ☐ Fibro-ciment ☐ Briques ☐ Autres :			
<u>Charpente :</u>	☐ Béton	☒ Métallique	☐ Bois	☐ Autres :
<u>Toiture :</u>	☒ Bac acier ☐ Béton ☐ Fibro-ciment ☐ Tuiles ☐ Autres :			
<u>Réseau de Terre :</u> Information non disponible				

Description des lignes externes :			
Nombre de lignes :	☒ 1	☐ 2	☐ 3 ☐ Autres :
Lignes	1	2	3
Nom de l'équipement :	Alimentation électrique + instrumentation		
HT/BT/CFA	BT/CFA		
Nom du Bâtiment connecté à cette ligne	Local technique		
Longueur de la Connexion	50 m		
Aérien/Souterrain	Souterrain		

7.5.7. Bloc 7 : Plateforme non-couverte.

Description des Bâtiments :

Activité : ☒ Industriel ☐ Bureau ☐ Autres :

Dimension : Longueur : 40 m Largeur : 35 m Hauteur : 3 m (estimation)
H max :

Sol : ☒ Béton ☐ Carrelage ☐ Lino ☐ Autres :

Façade : ☒ Bardage métallique
☐ Béton ☐ Fibro-ciment ☐ Briques ☐ Autres :

Toiture : ☐ Bac acier
☐ Béton ☐ Fibro-ciment ☐ Tuiles ☒ Autres : bâche

Réseau de Terre : Information non disponible

Description des lignes externes :

Nombre de lignes : Pas de ligne. Création d'une ligne fictive de 1 m.

7.5.8. Equipements ou fonctions à protéger

Voici les mesures de sécurité retenues par le client :

Equipement	Organe de sécurité associé
Canalisations aériennes de biogaz	Canalisations en PEHD Protection mécanique jusqu'à 2 m pour les canalisations aériennes Raccords souples anti-vibrations Capteur de pression (haute et basse) Vannes de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz Positionnement en dehors des zones de circulation Identification des canalisations et panneaux de dangers Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue

Equipement	Organe de sécurité associé
Canalisations aériennes de biométhane	Canalisations en acier inox Protection mécanique jusqu'à 2 m pour les canalisations aériennes Raccords souples anti-vibrations Capteur de pression (haute) Vannes de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biométhane Positionnement en dehors des zones de circulation Identification des canalisations et panneaux de dangers Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue

Equipement	Organe de sécurité associé
Gazomètres	Double membrane : membrane intérieur en PEHD et membrane extérieur en PVC résistantes aux UV et aux chocs Fixation par un système de boulons, conçu pour résister aux intempéries Système pneumatique de maintien de la pression entre les deux membranes Protection de surpression et dépression, mécanique avec remplissage d'eau Ventilateurs de maintien membrane extérieur avec soupapes à air Capteurs de pression Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue Mesure de l'H ₂ S en continu dans le biogaz pour ajuster l'ajout d'hydroxyde de fer

L'étanchéité des membranes est régulièrement vérifiée. La membrane est double, ce qui assure une redondance de l'étanchéité. Le biogaz est analysé en continu dont le paramètre O₂, pour la supervision de l'unité. Les analyseurs sont au moins au nombre de 2 (redondance). Le seuil de détection est la limite de détecteur du matériel. Encas d'O₂ détecté au dessus seuil de détection, une alarme se déclenche. Une alerte est envoyée à l'exploitant (envoi d'un SMS).

Equipement	Organe de sécurité associé
Digesteurs et post-digester	Soupape de sécurité munie d'un dispositif anti-gel Capteur de pression (haute et basse) Thermomètre Suivi du procédé de méthanisation (débits, agitation, mesures CH ₄ , O ₂ ...) Etanchéité des équipements Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue Utilisation de matériels aux normes ATEX Event d'explosion (enveloppe souple du gazomètre)

Equipement	Organe de sécurité associé
Local chaudière	Ventilation forcée DéTECTEURS de CH ₄ Destruction du biogaz en cas d'indisponibilité de valorisation (torchère) Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue Utilisation de matériels aux normes ATEX Dispositif « coup de poing » à l'extérieur du local de la chaudière Vanne de fermeture de l'alimentation en biogaz Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue
Canalisations de biogaz	Canalisations en PEHD Protection mécanique jusqu'à 2 m pour les canalisations aériennes Raccords souples anti-vibrations Capteur de pression (haute et basse) Vannes de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue

Equipements	Organe de sécurité associé
Unité de purification	Conteneur ventilé DéTECTEURS de CH ₄ et H ₂ S Destruction du biogaz en cas d'indisponibilité de valorisation (torchère) Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue Utilisation de matériels aux normes ATEX Dispositif « coup de poing » à l'extérieur de l'unité Vanne de fermeture de l'alimentation en biogaz
Torchère	DéTECTEUR de flamme (lampe UV) Torchère placée loin de tout passage, Ventilation avant rallumage ou arrêt de la torchère Anti-retour de flamme
Toutes les cuves	DéTECTEUR de niveau haut et de niveau bas Contrôle du débit par automatisation de l'alimentation
Aire de rétention	L'aire de rétention a une profondeur de 4 m. Le volume de rétention est supérieur au volume de la plus grosse cuve (3 620 m ³). <u>Approximation du volume de rétention :</u> Volume de l'aire de rétention autour des cuves : $60 \text{ m} \times 60 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 14\,400 \text{ m}^3$ Volume occupé par les cuves : $4 \text{ cuves} \times 4 \text{ m} \times \pi \times (25 \text{ m}/2)^2 = 7\,900 \text{ m}^3$ Volume occupé par le local technique : $15 \text{ m} \times 15 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 900 \text{ m}^3$ Volume disponible autour des cuves et du local pour la rétention : $14\,400 - 7\,900 - 900 = 5\,600 \text{ m}^3$

Nous retenons les organes de sécurité vulnérables aux effets de la foudre :

- Canalisations aériennes de biogaz :
 - Capteur de pression (haute et basse),
 - Vanne de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz.
- Canalisations aériennes de biométhane :
 - Capteur de pression (haute),
 - Vanne de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biométhane.
- Gazomètre :
 - Système pneumatique de maintien de la pression entre les deux membranes,
 - Protection de surpression de dépression mécanique avec remplissage d'eau,
 - Ventilateurs de maintien membrane extérieur avec soupapes à air,

- Capteurs de pression,
- Mesure de l'H₂S en continu dans le biogaz pour l'ajout d'hydroxyde de fer.
- Digesteur et post-digesteur :
 - Capteur de pression (haute et basse),
 - Suivi du procédé de méthanisation.
- Local chaudière :
 - Ventilation forcée,
 - Détecteurs de CH₄,
 - Destruction du biogaz en cas d'indisponibilité de valorisation (torchère),
 - Dispositif « coup de poing » à l'extérieur du local de la chaudière.
- Canalisations de biogaz :
 - Capteur de pression (haute et basse),
 - Vanne de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz.
- Unité de purification :
 - Conteneur ventilé,
 - Détecteurs de CH₄ et H₂S,
 - Destruction du biogaz en cas d'indisponibilité de valorisation (torchère),
 - Dispositif « coup de poing » à l'extérieur du local de la chaudière.
- Torchère :
 - Détecteurs de flamme (lampe UV),
 - Ventilation avant rallumage ou arrêt de la torchère.
- Toutes les cuves :
 - Détecteurs de niveau haut et de niveau bas,
 - Contrôle du débit par automatisation de l'alimentation.

8. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

STRUCTURES ETUDIEES SELON LA METHODE PROBABILISTE

Structure	Niveau de Protection Analyse du Risque Foudre EFFETS DIRECTS	Niveau de Protection Analyse du Risque Foudre EFFETS INDIRECTS
Bloc 1 : Biofiltre	Pas de protection nécessaire sur la structure	Pas de protection nécessaire sur les lignes puissance et communication entrantes dans le bâtiment
Bloc 2 : Stockage final	Protection de niveau IV nécessaire sur la structure	Protection de niveau IV sur les lignes puissance et communication entrantes dans le bâtiment
Bloc 3 : Plateforme couverte	Protection de niveau IV nécessaire sur la structure	Protection de niveau IV sur les lignes puissance et communication entrantes dans le bâtiment
Bloc 4 : Unité de purification	Pas de protection nécessaire sur la structure	Pas de protection nécessaire sur les lignes puissance et communication entrantes dans le bâtiment
Bloc 5 : Local technique	Pas de protection nécessaire sur la structure	Pas de protection nécessaire sur les lignes puissance et communication entrantes dans le bâtiment
Bloc 6 : Chaudière + locaux sociaux	Pas de protection nécessaire sur la structure	Pas de protection nécessaire sur les lignes puissance et communication entrantes dans le bâtiment
Bloc 7 : Plateforme non-couverte	Pas de protection nécessaire sur la structure	Pas de protection nécessaire sur les lignes puissance et communication entrantes dans le bâtiment

STRUCTURES ETUDIEES SELON LA METHODE DETERMINISTE

- Cuve fioul : Assurer l'équipotentialité. Pas de dépotage en période orageuse.
- Torchère : Assurer l'équipotentialité.
- 2 digesteurs et post digesteur + gazomètres associés : Protection de niveau I.

ELEMENTS OU FONCTIONS A PROTEGER

Nécessité de protéger chaque équipement ou fonction par des parafoudres adaptés.

PREVENTION

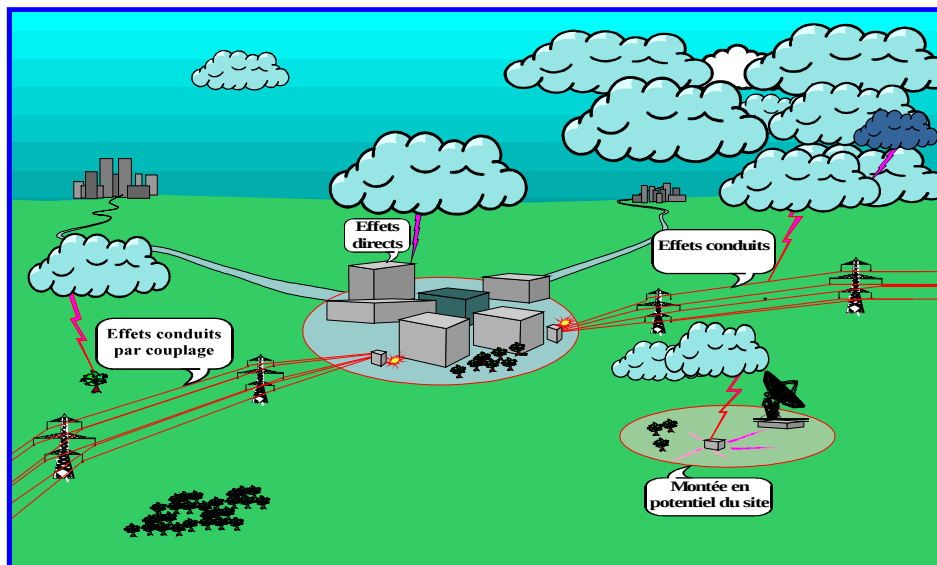
Mise en place d'une procédure de prévention d'orage à intégrer aux procédures d'exploitation.
(cf chapitre 11 LA PROTECTION DES PERSONNES).

Document joint => Visualisation des risques R1 avec et sans protection (Annexe 3)

Document joint => Compte rendu Analyse de Risque (JUPITER) (Annexe 4)

9. ETUDE TECHNIQUE

9.1. Principes de protection : IEPF et IIPF



9.1.1. Les Installations Extérieures de Protection Foudre (I.E.P.F)

Il y a lieu de maîtriser le cheminement d'un éventuel courant de foudre et d'empêcher le foudroiement direct des bâtiments ou structures concernées. Pour le cas où le bâtiment ne bénéficierait pas d'une auto-protection satisfaisante (sur le plan technique et réglementaire), la solution consiste en la mise en place judicieuse d'un système de paratonnerre permettant de capter un éventuel coup de foudre se dirigeant sur les installations.

L'écoulement du courant de foudre doit être alors réalisé par des conducteurs reliant le plus directement possible ce captage à des prises de terre spécifiques. Les prises de terre paratonnerre doivent être reliées de façon équipotentielle au réseau de terre générale du site. Les masses métalliques situées à proximité des conducteurs de descente leur sont reliées en respectant les distances de sécurité indiquées dans les normes françaises NF EN 62305-3 et NF C 17 102, afin de ne générer aucun arc d'amorçage.

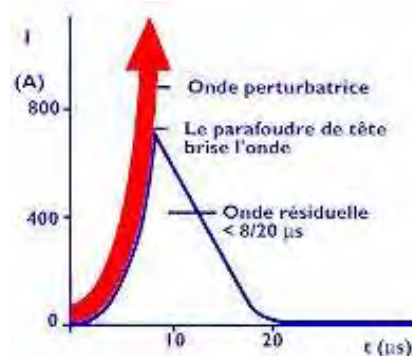
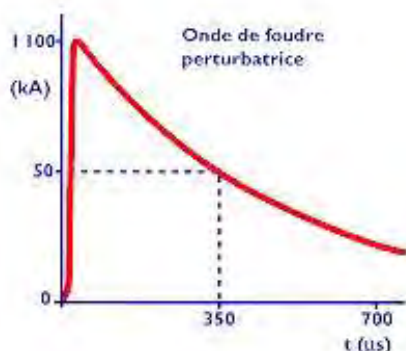
Toutes les parties métalliques doivent être raccordées à une liaison équipotentielle les reliant à la terre pour éviter les décharges électrostatiques et les risques d'amorçage.

9.1.2. Les Installations Intérieures de Protection Foudre (I.I.P.F)

a) Réseau basse tension

Les points de livraison EDF se trouvent au niveau des postes de transformation.

Une protection de tête d'installation, disposée dans les TGBT, permet de briser l'onde de foudre venant du réseau EDF, et de supprimer une grande partie de son énergie.



Cette protection en tête d'installation est obligatoire suivant le texte de la norme NFC 15-100. Ci dessous la synthèse.

5 RAPPEL DES REGLES DE LA NF C 15-100

Le tableau 1 ci-après reprend les règles de l'article 443 de la norme NF C 15-100 en prenant compte en complément l'indisponibilité de l'installation.

Tableau 1 – Règles de protection

Caractéristiques et alimentation du bâtiment	Densité de foudroiement (N_g) Niveau kéraunique (N_k)	
	$N_g \leq 2,5$ $N_k \leq 25$ (AQ1)	$N_g > 2,5$ $N_k > 25$ (AQ2)
Bâtiment équipé d'un paratonnerre	Obligatoire ⁽²⁾	Obligatoire ⁽²⁾
Alimentation BT par une ligne entièrement ou partiellement aérienne ⁽³⁾	Non obligatoire ⁽⁴⁾	Obligatoire ⁽⁵⁾
Alimentation BT par une ligne entièrement souterraine	Non obligatoire ⁽⁴⁾	Non obligatoire ⁽⁴⁾
L'indisponibilité de l'installation et/ou des matériels concerne la sécurité des personnes ⁽¹⁾	Selon analyse du risque	Obligatoire
⁽¹⁾ c'est le cas par exemple : - de certaines installations où une médicalisation à domicile est présente ; - d'installations comportant des Systèmes de Sécurité Incendie, d'alarmes techniques, d'alarmes sociales, etc. ⁽²⁾ Dans le cas des bâtiments intégrant le poste de transformation, si la prise de terre du neutre du transformateur est confondue avec la prise de terre des masses interconnectée à la prise de terre du paratonnerre (voir annexe G), la mise en œuvre de parafoudres n'est pas obligatoire. Dans le cas d'immeubles équipés de paratonnerre et comportant plusieurs installations privatives, le parafoudre de type 1 ne pouvant être mis en œuvre à l'origine de l'installation est remplacé par des parafoudres de type 2 ($I_n \geq 5$ kA) placés à l'origine de chacune des installations privatives (voir annexe G). ⁽³⁾ Les lignes aériennes constituées de conducteurs isolés avec écran métallique relié à la terre sont à considérer comme équivalentes à des câbles souterrains. ⁽⁴⁾ L'utilisation de parafoudre peut également être nécessaire pour la protection de matériels électriques ou électroniques dont le coût et l'indisponibilité peuvent être critique dans l'installation comme indiqué par l'analyse du risque. ⁽⁵⁾ Toutefois, l'absence d'un parafoudre est admise si elle est justifiée par l'analyse du risque définie en 6.2.2.		

Lorsque le parafoudre n'est pas obligatoire, une analyse du risque peut être effectuée qui, si le coût des matériels mis en œuvre et leur indisponibilité sont vitaux dans l'installation, pourra le justifier.

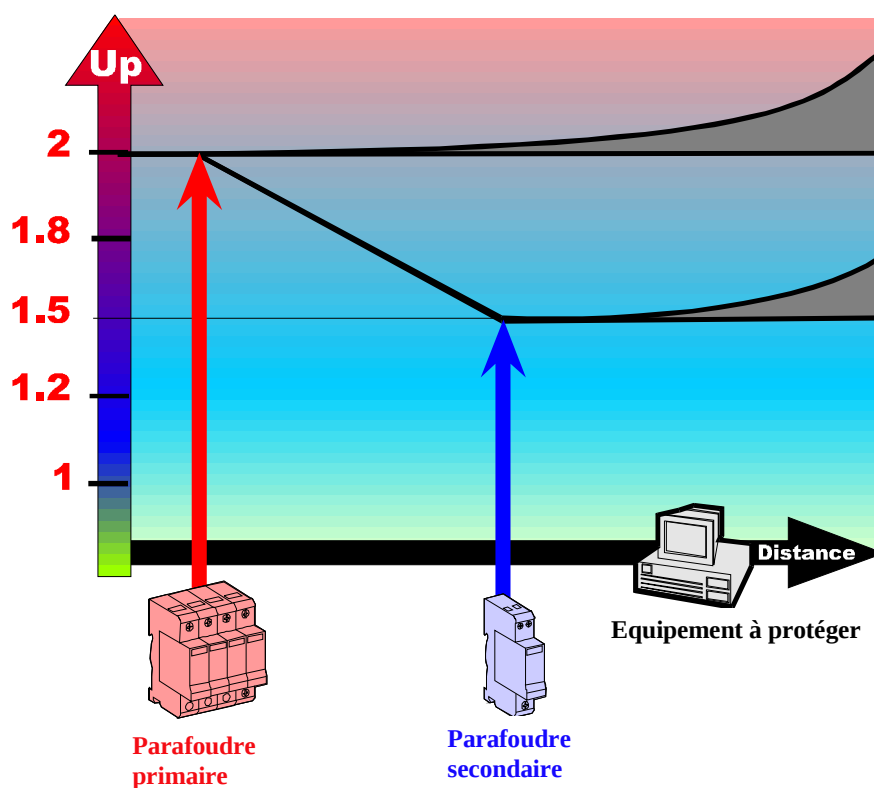
Lorsqu'un parafoudre est mis en œuvre sur le circuit de puissance, il est recommandé d'en installer aussi sur le circuit de communication (voir analyse du risque dans le guide UTE C 15-443).

Lorsque des parafoudres sont mis en œuvre dans des réseaux de communication, ils doivent être reliés à la prise de terre des masses de l'installation.

D'autres équipements, jugés particulièrement sensibles ou pour lesquels la perte de continuité de service serait critique (exemple : Ascenseurs, systèmes informatiques et téléphoniques...) peuvent également être protégés par l'intermédiaire d'un second niveau de protection.

Ce second niveau est réalisé par des parafoudres dont la tension résiduelle, très basse, est adaptée à la sensibilité du matériel à protéger.

Ce concept s'appelle la « cascade » de parafoudres. La « cascade » dans la pratique :



Le choix des parafoudres doit être fait en fonction de leur pouvoir d'écoulement en courant de décharge (facteur retenu pour les parafoudres primaires), de leur tension résiduelle (facteur important pour les parafoudres secondaires), de la tension nominale du réseau (généralement 400V triphasé), et du schéma de distribution du neutre (TN, TT, IT).

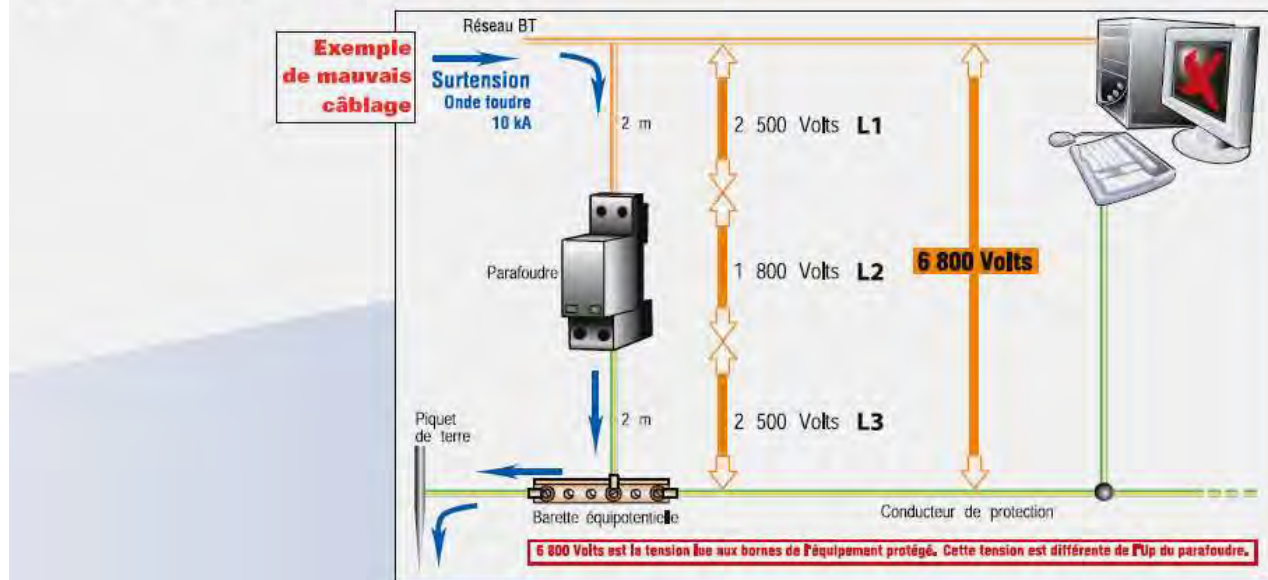
Le choix des sectionneurs fusibles ou disjoncteurs, doit être fait en fonction du type des parafoudres et de leur positionnement dans l'installation, de manière à assurer le pouvoir de coupure en courant de court circuit (Icc).

La Règle des 50 cm

La longueur cumulée $L1 + L2 + L3$ doit être inférieure à 50 cm, pour limiter la dégradation du niveau Up du parafoudre.

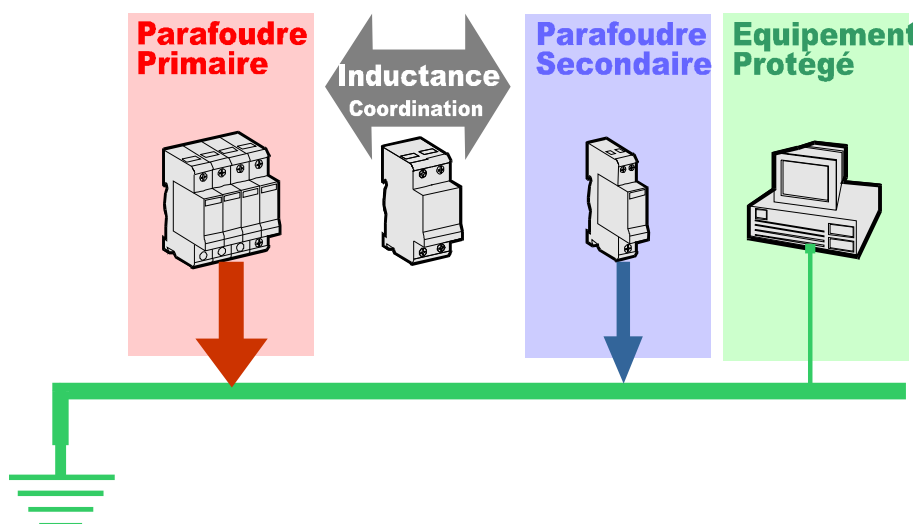
En cas d'impossibilité :

- Réduire cette longueur en déportant les bornes de raccordement.
- Sélectionner un parafoudre avec un Up inférieur (à In égal...).
- Utiliser un montage en coordination.



Une longueur de câble minimum entre les deux étages de protection doit être respectée de manière à assurer le découplage nécessaire au bon fonctionnement de la protection cascade.

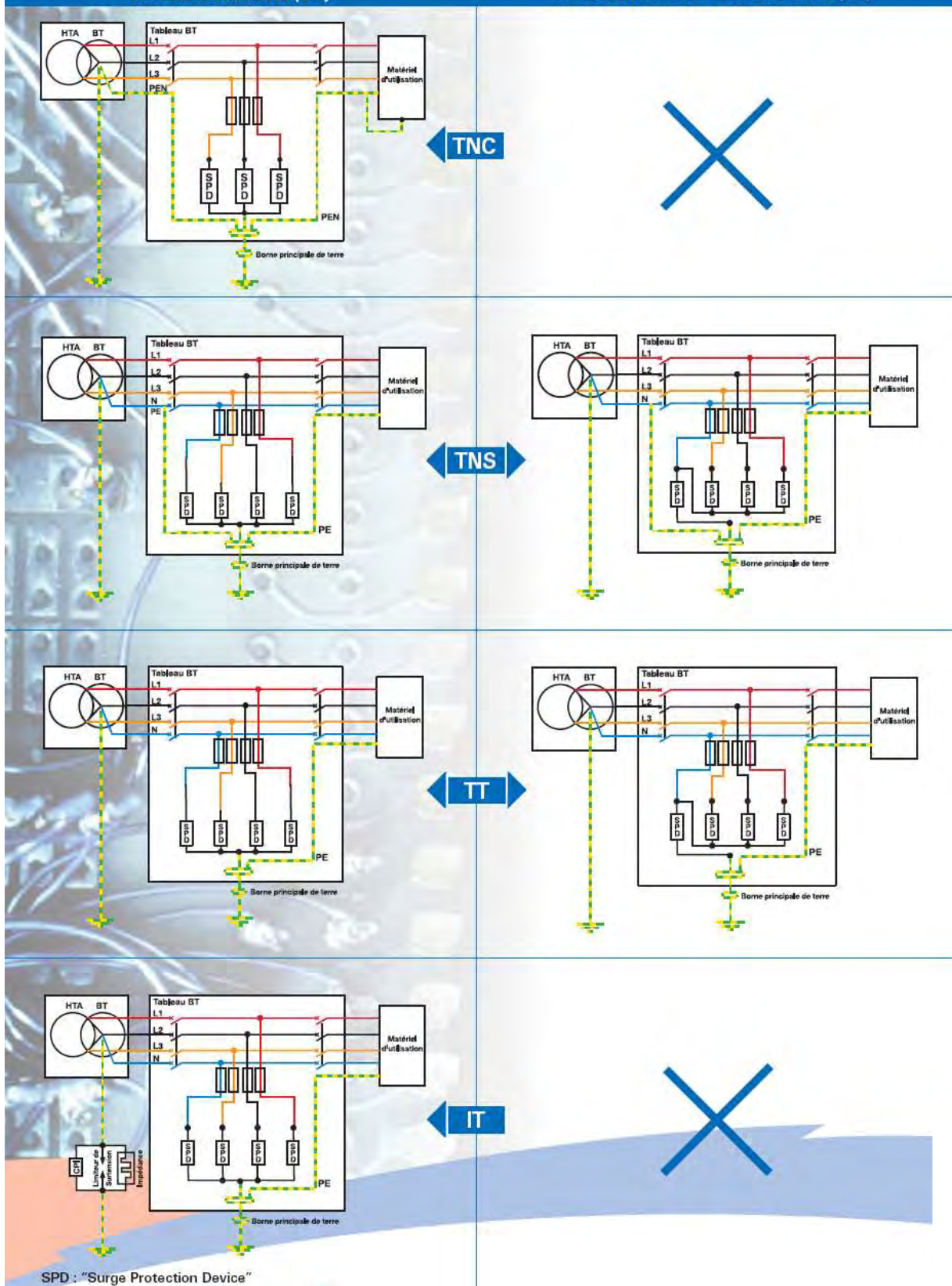
Dans le cas contraire, une inductance de découplage doit être adaptée au courant nominal au point considéré, pour assurer une bonne coordination de l'ensemble.



Configurations possibles suivant le régime de neutre

MODE COMMUN (C1)

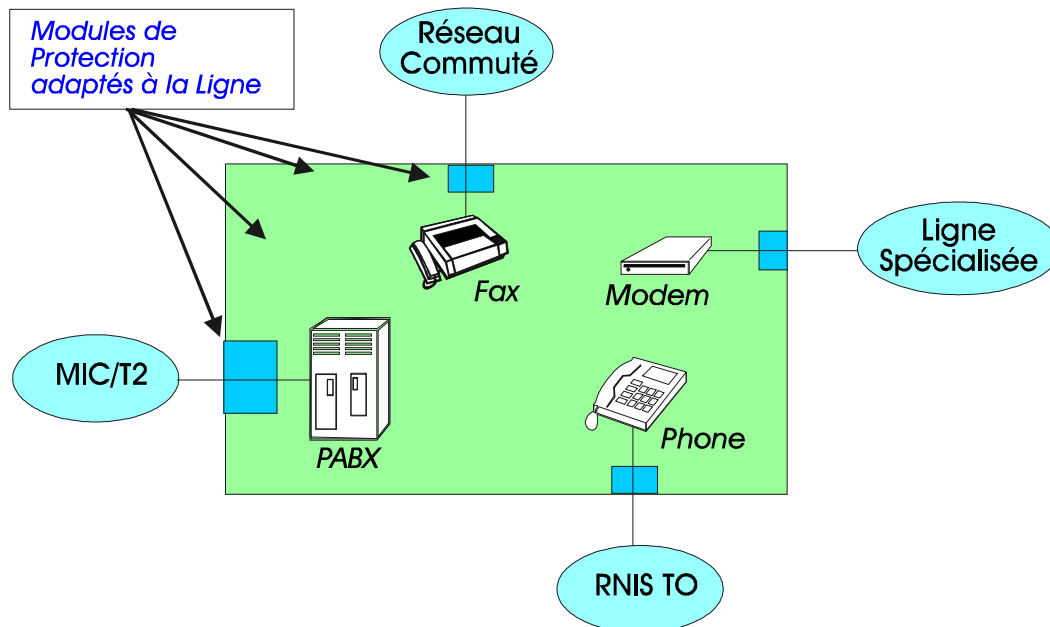
MODE COMMUN + DIFFERENTIEL (C2)



b) Réseau téléphonique

L'interface FRANCE TELECOM/privé doit être équipée de parafoudres adaptés au type de ligne téléphonique (RTC, Numéris, MIC, LS...).

Ces parafoudres sont câblés « côté privé » et sont de technologie éclateur/diode pour offrir des performances satisfaisantes.



Les renseignements nécessaires à la bonne définition du matériel sont disponibles sur le « listing des têtes d'amorces » tenu à jour par France Télécom.

9.2. PRECONISATIONS

9.2.1. Protections : Les Installations Extérieures de Protection Foudre (IEPF)

La probabilité de pénétration d'un coup de foudre dans la structure à protéger est considérablement réduite par la présence d'un dispositif de capture convenablement conçu. **Un Système de Protection Foudre (SPF)** est constitué de 3 principaux éléments :

- a) Dispositif de capture,
- b) Conducteur de descente,
- c) Prise de terre.

Nous distinguons :

Les systèmes passifs régis par la norme NF EN 62305-3 :

Cette technique de protection consiste à répartir sur le bâtiment à protéger, des dispositifs de capture à faible rayon de couverture (pour les pointes), des conducteurs de descente et des prises de terre foudre.

Les systèmes actifs régis par la norme NF C 17-102 :

Dans cette technique, le rayon de couverture des dispositifs de capture est amélioré par un dispositif ionisant. Les dispositifs de capture sont appelés Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA). Le rayon de protection d'un PDA dépend de sa hauteur (hm) par rapport à la surface à protéger, de son avance à l'amorçage (ΔL) et du niveau de protection nécessaire. Il est calculé à partir des abaques de la norme NF C 17-102. Un coefficient réducteur de 40 % doit être appliqué pour la protection des installations classées pour la protection de l'environnement soumise à l'arrêté du 4 octobre 2010.

Justificatif du choix des IEPF :

Afin d'éviter tout impact sur les stockages de biogaz (risque d'explosion), nous optons pour la solution d'une IEPF isolée des structures à protéger (sur le local technique). En effet, la toiture en membrane PVC des stockages de biogaz des digesteurs et post-digesteur ne peut être utilisée comme dispositif naturel de descente. Malgré la réduction obligatoire des rayons de protection de 40%, les PDA permettent en un point de protéger une grande superficie. Cette solution sera donc la plus adaptée techniquement et économiquement à la protection des bâtiments. Deux descentes sont nécessaires. Ce PDA également permet de protéger le stockage final. Une prise de terre de type A sera créée.

Afin d'éviter tout impact sur la toiture de la plateforme couverte (risque de perforation, point chaud, étincelage car bac acier < 4 mm), nous retenons également la solution du PDA. Il sera doté d'une descente dédiée et interconnecté à l'ossature métallique du bâtiment pour l'utiliser en tant que second conducteur. Pour la prise de terre, nous optons pour la disposition de type B (fond de fouille cuivre de 50 mm² + piquet de terre ou équivalent).

 ETUDES, CONTROLES & MAINTENANCE Tel : 03 27 944 961	Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET A.M.- ATHIES MÉTHANISATION Athies-sous-Laon (02)	10/04/2015	
		Révision 1	Page 37/104

Afin de protéger le site contre les effets directs de la foudre, il sera nécessaire de respecter les préconisations suivantes.



PDA 1 sur le local technique :

- o Installation d'1 Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage à pointe continue et système de déclenchement synchrone au phénomène foudre testable. Il sera caractérisé par une avance à l'amorçage de 60 μ s et installé sur un mât afin de surplomber 5 m les stockages biogaz et le stockage final. Nous recommandons que ce paratonnerre soit testable à distance afin de réduire les frais de maintenance lors des vérifications périodiques réglementaires.
- o Depuis ce paratonnerre, réalisation de deux descentes normalisées (*).
- o Liaison des masses métalliques suivant les règles de distance de séparation à l'aide d'un conducteur normalisé.
- o Tout câble électrique croisant la descente est placé dans un chemin de câble métallique capoté métallique. Le chemin de câble, afin d'éviter toute perturbation électromagnétique devra dépasser au minimum d'un mètre de chaque côté de la descente. Il sera relié à la descente par un conducteur normalisé (*).
- o En partie basse de chaque descente, mise en place de :
 - Un joint de contrôle à 2 mètres du sol pour la mesure de la prise de terre paratonnerre,
 - Un fourreau de protection mécanique de 2 mètres,
 - Un regard de visite (ou étrier) au niveau du sol pour l'accès au raccordement.
- o Réalisation au pied chaque descente, d'une terre paratonnerre de type A.
- o Réalisation d'une liaison équipotentielle entre chaque prise de terre paratonnerre et la terre générale BT du site par un système permettant la déconnexion.
- o Installation d'un compteur de coups de foudre sur la descente la plus directe. Un compteur horodaté permet d'enregistrer précisément les agressions foudre.

(*) conforme à la NF C 17 102



PDA n°2 sur la plateforme de stockage :

- o Installation d'un Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage à pointe continue et système de déclenchement synchrone au phénomène foudre testable. Il sera installé sur un mât de 5 m. Il sera caractérisé par une avance à l'amorçage de 40 μ s minimum. Nous recommandons que ce PDA soit testable à distance afin de minimiser les coûts de vérifications périodiques.
- o Depuis ce paratonnerre, création d'une descente normalisée (*) et interconnexion du PDA à l'ossature métallique du bâtiment pour réaliser la deuxième descente.
- o Liaison des masses métalliques suivant la distance de séparation à l'aide d'un conducteur normalisé (*).
- o Tout câble électrique croisant une descente sera placé dans un chemin de câble métallique capoté métallique. Le chemin de câble, afin d'éviter toute perturbation électromagnétique devra dépasser au minimum d'un mètre de chaque côté de la descente. Il sera relié à la descente par un conducteur normalisé (*).
- o En partie basse de la descente dédiée, mise en place de :
 - Un joint de contrôle à 2 mètres du sol pour la mesure de la prise de terre paratonnerre,
 - Un fourreau de protection mécanique de 2 mètres,
 - Un regard de visite (ou étrier) au niveau du sol pour l'accès au raccordement.
- o Réalisation d'une terre paratonnerre dissipatrice d'énergie de type B.
- o Réalisation d'une liaison équipotentielle entre la prise de terre paratonnerre et la terre générale du site par un système permettant la déconnexion.
- o Mise en place d'un compteur de coups de foudre sur la descente dédiée. Un compteur horodaté permet d'enregistrer plus précisément les agressions foudre.

(*) conforme à la NF C 17 102

Document joint => Prise de terre (Annexe 5)



Cuves fuel :

- o Utilisation des cuves en tant que dispositif naturel de capture et d'écoulement.
- o Réalisation d'une liaison équipotentielle entre chaque cuve et la terre générale BT du site par un système permettant la déconnexion.



Torchère :

- o Utilisation des éléments métalliques de la torchère en tant que dispositif naturel de capture et d'écoulement.
- o Réalisation d'une liaison équipotentielle entre chaque cuve et la terre générale BT du site par un système permettant la déconnexion.

Calcul de la distance de séparation

L'isolation électrique entre le dispositif de capture ou les conducteurs de descente et les parties métalliques de la structure, les installations métalliques et les systèmes intérieurs peut être réalisée par une distance de séparation « s » entre les parties. Une liaison équipotentielle par un conducteur normalisé sera à réaliser le cas échéant. L'équation générale pour le calcul de « s » est la suivante :

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} I \quad (\text{m})$$

où :

k_i dépend du niveau de protection choisi (voir Tableau 3) ;

k_m dépend du matériau d'isolation électrique (voir Tableau 4) ;

k_c dépend du courant de foudre qui s'écoule dans les conducteurs de descente et de terre ;

I est la longueur, en mètres, le long des dispositifs de capture et des conducteurs de descente entre le point où la distance de séparation est prise en considération et le point de la liaison équipotentielle la plus proche.

NOTE La longueur I le long du dispositif de capture peut être ignorée pour les structures à toiture métallique continue agissant comme dispositif de capture naturel.

Extrait de la NF C 17 102 (septembre 2011)

	PDA 1	PDA 2
k_i	0,08 (niveau I)	0,04 (niveau IV)
k_c	0,75 (2 descentes, 2 prises de terre de type A)	0,5 (2 descentes, prise de terre de type B)
k_m	1 (air)	1 (air)
I	15 m	12 m
S	0,9 m	0,2 m

Remarque 1 :

Les travaux devront être effectués par un professionnel agréé  **Niveau C.**
L'entreprise devra fournir son attestation **QUALIFOUDRE** de **Niveau C** à la remise de son offre.

Remarque 2 :

Les IEPF devront répondre aux différentes normes produits afférentes à la série NF EN 50-164-1 à -7. Les PDA doivent être conformes à la NF C 17 102.

Document joint => Notice de vérification et de maintenance (Annexe 8)

9.2.2. Protections : Les Installations Intérieures de Protection Foudre (IIPF)

9.2.2.1. Rappel Général

DIMENSIONNEMENT DES PARAFOUDRES DE TYPE 1

Selon la NF EN 62305-1 de juin 2006, les caractéristiques des parafoudres sont issues du niveau de protection préalablement calculé selon la NF EN 62305-2.

1. ECOULEMENT DU COURANT DE FOUDRE

L'annexe E de la NF EN 62305-1 précise que lorsque le courant de foudre I s'écoule à la terre, il se divise entre :

- ❖ les différentes prises de terre (50% de I),
- ❖ et les éléments conducteurs et les lignes extérieures à hauteur d'une valeur I_f (50% de I)

Référence page 62 et 63 de la NF EN 62305-1, annexe E :

E.1 Chocs dus à des impacts sur la structure (source de dommage S1)

E.1.1 Ecoulement dans les éléments conducteurs extérieurs et les lignes connectées à la structure

Lorsque le courant de foudre s'écoule à la terre, il se divise entre les diverses prises de terre, les éléments conducteurs et les réseaux pénétrant dans la structure directement ou par des parafoudres.

$$I_f = k_e I \quad (E.1)$$

En supposant en première approximation que la moitié du courant de foudre s'écoule à la terre et que $Z_2 = Z_1$, la valeur de k_e peut être évaluée pour un élément conducteur extérieur par :

$$k_e = 0,5 / (n_1 + n_2) \quad (E.4)$$

2. DIMENSIONNEMENT DES PARAFOUDRES

Les parafoudres protégeant les lignes extérieures doivent avoir une tenue en courant compatible avec les valeurs maximales de la partie du courant de foudre qui va s'écouler à travers ces lignes.

Ce courant ne dépassera pas la moitié du courant crête du coup de foudre, défini selon les niveaux de protection dans le tableau 5 page 23 de la NF EN 62-305-1

Tableau 5 – Valeurs maximales des paramètres de foudre correspondant aux niveaux de protection contre la foudre

Premier choc court			Niveau de protection			
Paramètres du courant	Symbole	Unité	I	II	III	IV
Courant crête	I	kA	200	150	100	

Soit 50% de I

100

75

50

3. GUIDE DE CHOIX

Le courant impulsionnel I_{imp} des modules parafoudres doit être supérieur ou égal à la valeur donnée par les formules ci-dessous en fonction du niveau de protection défini pour le bâtiment:

$$Np=I : I_{imp} \geq 100/(n1+n2)$$

$$Np=II : I_{imp} \geq 75/(n1+n2)$$

$$Np=III \text{ et } IV : I_{imp} \geq 50/(n1+n2)$$

n1= nombre total des éléments conducteurs extérieurs ou lignes extérieures enterrées

n2= nombre total des éléments conducteurs extérieurs ou lignes extérieures aériennes

Rappel 1 :

n1 et n2 doivent tenir compte :

- a) du nombre de lignes de l'alimentation électrique extérieure du bâtiment (donc selon régime du neutre, de leur nombre de fils respectifs)
- b) des éventuelles autres lignes extérieures (telles que les alimentations d'éclairages extérieurs)
- c) des éventuels autres éléments extérieurs conducteurs (tels que canalisations métalliques, eau, gaz...)

Concernant le a), les valeurs de n1 et n2, en fonction du régime de neutre de la ligne d'alimentation électrique, sont les suivantes :

		Niveau de Protection			
		I	II	III	IV
	Nombre de fils par ligne	I_{imp} mini du parafoudre (en kA), sans prise en compte d'autres lignes ou éléments conducteurs			
IT avec neutre (Tri + neutre)	4	25	18.8	12.5	
IT sans neutre (Tri)	3	33.3	25	16.7	
TNC	3	33.3	25	16.7	
TNS (Tri + neutre)	4	25	18.8	12.5	
TNS (Mono)	2	50	37.5	25	
TT (Tri + neutre)	4	25	18.8	12.5	
TT (Mono)	2	50	37.5	25	

ATTENTION :

Une longueur de câble minimum entre les deux étages de protection (parafoudres de type I et de type II) doit être respectée de manière à assurer le découplage nécessaire au bon fonctionnement de la protection cascade.

Dans le cas contraire, une inductance de découplage doit être adaptée au courant nominal au point considéré, pour assurer une bonne coordination de l'ensemble.

Rappel 2 : Ces parafoudres sont installés selon les recommandations du guide UTE 15-443.

Rappel 3 : Les parafoudres sont équipés d'un contact. Cette fonction pourra autoriser le contrôle à distance de l'état du parafoudre via différents moyens tels que :

- Voyant,
- Buzzer,
- Reliés à une carte entrée sortie d'un automate (GTC...),
- Télésurveillance...

9.2.2.2. *Liste des parafoudres à installer*

Il sera nécessaire d'installer des parafoudres de type I au niveau **du TGBT du site**.

Ces parafoudres auront les caractéristiques suivantes :

- o Une tension maximum de fonctionnement $U_c = 400 \text{ V}$,
- o Un courant maximal de décharge (I_{imp}) $\geq 12,5 \text{ kA}$ (en onde 10/350 μs),

Au vu du nombre de lignes entrantes/sortantes. Nous retenons la valeur minimale normative : 12,5 kA .

- o Un niveau de protection (tension résiduelle sous I_{imp}) $U_p \leq 1,5 \text{ kV}$.
- o Ils seront obligatoirement accompagnés d'un dispositif de déconnexion (fusible ou disjoncteur).

A ce stade du projet, le régime de neutre n'est pas déterminé.

9.2.2.3. Equipements ou fonctions à protéger

Afin de protéger les EIPS contre les effets indirects de la foudre, il sera nécessaire d'installer un dispositif de protection de type II contre les surtensions au plus près de l'équipement à protéger.

Voici les organes de sécurité vulnérables à la foudre identifiés dans l'ARF :

- Canalisations aériennes de biogaz :

- Capteur de pression (haute et basse),
- Vanne de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz.

- Canalisations aériennes de biométhane :

- Capteur de pression (haute),
- Vanne de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biométhane.

- Gazomètre :

- Système pneumatique de maintien de la pression entre les deux membranes,
- Protection de surpression de dépression mécanique avec remplissage d'eau,
- Ventilateurs de maintien membrane extérieur avec soupapes à air,
- Capteurs de pression,
- Mesure de l'H₂S en continu dans le biogaz pour l'ajout d'hydroxyde de fer.

- Digesteur et post-digesteur :

- Capteur de pression (haute et basse),
- Suivi du procédé de méthanisation.

- Local chaudière :

- Ventilation forcée,
- Détecteurs de CH₄,
- Destruction du biogaz en cas d'indisponibilité de valorisation (torchère),
- Dispositif « coup de poing » à l'extérieur du local de la chaudière.

- Canalisations de biogaz :

- Capteur de pression (haute et basse),
- Vanne de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz.

- Unité de purification :

- Conteneur ventilé,
- Détecteurs de CH₄ et H₂S,
- Destruction du biogaz en cas d'indisponibilité de valorisation (torchère),
- Dispositif « coup de poing » à l'extérieur du local de la chaudière.

- Torchère :

- Détecteurs de flamme (lampe UV),
- Ventilation avant rallumage ou arrêt de la torchère.

- Toutes les cuves :

- Détecteurs de niveau haut et de niveau bas,
- Contrôle du débit par automatisation de l'alimentation.

Les parafofoudres de Type II seront raccordés à chaque Armoire Divisionnaire alimentant les Equipements Importants pour la sécurité (EIPS) ou au plus près de ces équipements si la longueur de câble excède 30 m.

Ces parafofoudres de type II auront les caractéristiques suivantes :

- o Une tension maximum de fonctionnement $U_c = 400 \text{ V}$
- o Un courant nominal de décharge (en onde 8/20) $I_n \geq 5 \text{ kA}$,
- o Un niveau de protection (tension résiduelle sous I_n) $U_p \leq 1,3 \text{ kV}$.

Une alternative consiste à appliquer les prescriptions du GESIP de 2013 pages 27 et 28 :

4.1.4.2.3 Sécurités instrumentées

La nécessité de protection complémentaire pour les sécurités instrumentées dépendra de leur criticité, de leur conception, de leur redondance et de leur technologie. Par exemple, des systèmes de type à sécurité positive ne nécessiteront pas de protection particulière autre que :

- la pose de câbles écrantés avec mise à la terre des blindages et/ou des armures,
- la mise à la terre des équipements au réseau équipotentiel installé en unité,
- l'utilisation d'enveloppes métalliques mises à la terre.

Remarque 1 :

Les parafoudres devront être conformes à la NF EN 61643-11 et à la NF EN 61643-21.

Remarque 2 : Il est souhaitable que la fibre optique soit retenue pour toute transmission de données inter-bâtiment. En effet dans ce cas il n'est pas nécessaire d'équiper ces lignes de communication de parafoudres.

Document joint => Notice de vérification et de maintenance (Annexe 8)

9.3. Les Equipements à sécuriser hors cadre de la réglementation

Il est souhaitable de protéger les équipements industriels stratégiques (continuité de service) et possédant une électronique « sensible » (exemple : Automates, serveurs informatiques...) aux effets de courant impulsionnels avec des dispositifs de protection de niveau II.

9.4. Equipotentialité et CEM

Afin de maîtriser les différences de potentiel, il faut optimiser l'équipotentialité et le maillage des masses. Il faut notamment s'assurer que l'ensemble des masses métalliques soient au même potentiel que le réseau de terre électrique. Dans le cas contraire il sera nécessaire de réaliser ces interconnexions.

Nous pouvons citer :

- Canalisation en acier de transport du biométhane,
- Cheminée chaufferie,
- Cuve fioul,
- Cuve citerne pression-vide,
- 2 cuves de stockage liquide
- Cuves 1 et 2 (purification),
- Compresseur,
- Surpresseur,
- Sécheur,
- Groupe froid,
- Stockage final,
- Conteneur épuration,
- Torchère,

- Bardages métalliques,
- Bacs acier,
- ...

De plus, la torçère est équipé d'un dispositif anti-retour de flamme.

Différents moyens peuvent réduire l'amplitude des effets des champs magnétiques rayonnés. (surtensions induites) :

- l'écran spatial : cage de Faraday, tôles métalliques(bardages)
- l'écran métallique en grille ou continu : blindage et écrans de câbles, chemins de câbles métallique.
- l'utilisation de « composants naturels » de la structure elle-même (cf. NF EN 62305-3) voir paragraphe 2.

Un cheminement des lignes internes conforme aux normes CEM quant à lui minimise les boucles d'induction et réduit les surtensions internes. (règles de séparations des circuits HT, BT, TBT)

Document joint => Equipotentialité (Annexe 6)

9.5. Observations

Nous nous sommes attachés dans ce rapport à mettre en évidence les meilleurs critères de protection.

Nous avons appliqué les méthodes de protection telles que le prévoit l'arrêté du 04.10.10 qui a été élaboré à partir des recherches les plus récentes en matière de foudre.

Toutefois, il ne faut pas oublier que la foudre est un phénomène naturel non totalement maîtrisé par l'homme et qu'aucun dispositif ne saurait garantir une protection sans faille.

Les solutions telles que nous vous les avons proposées ci-dessus ont pour vocation d'augmenter l'immunité du site face aux problèmes de foudre, sans toutefois pouvoir se prévaloir d'une efficacité à 100 %.

Néanmoins, outre le besoin de mise en conformité avec les normes et les décrets actuels, on peut attendre des performances très satisfaisantes d'une installation réalisée selon les indications de ce rapport.

9.6. REALISATION : Qualification et Certification

La qualité de l'installation des systèmes de protection contre la foudre est un élément primordial pour s'assurer de leur efficacité.

La mise en œuvre des préconisations effectuées précédemment devra ainsi être réalisée par une société qualifiée pour cela.

Aussi, les travaux devront être effectués par un professionnel agréé



L'entreprise devra fournir son attestation **QUALIFOUDRE** de Niveau C à la remise de son offre.

The logo for BCN Foudre, with "BCN" in blue and "FOUDRE" in large blue letters, followed by "ETUDES, CONTROLES & MAINTENANCE" in smaller blue letters. Tel : 03 27 944 961	Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET A.M.- ATHIES MÉTHANISATION Athies-sous-Laon (02)	10/04/2015	
		Révision 1	Page 49/104

10. VERIFICATION DES PROTECTIONS CONTRE LA FOUDRE

10.1. Vérification initiale

Tout d'abord, l'article 21 de l'arrêté foudre du 19 juillet 2011 exige que :

«L'installation des protections fait l'objet d'une vérification complète par un organisme compétent distinct de l'installateur, au plus tard six mois après leur installation. »

10.2. Vérifications périodiques

La circulaire du 24 avril 2008 stipule que l'installation de protection foudre doit être contrôlée par un organisme compétent :

- Visuellement tous les ans (hors mesures électriques),
- Complètement tous les 2 ans (avec mesures électriques).

D'autre part, quel que soit le système de protection contre les coups de foudre direct installé, une vérification visuelle doit être réalisée en cas d'enregistrement d'un coup de foudre.

L'article 21 de l'arrêté précise qu' :

« En cas de coup de foudre enregistré, une vérification visuelle des dispositifs de protection concernés est réalisée dans un délai maximum d'un mois, par un organisme compétent. »

10.3. Vérification selon la NF C 17 102

La vérification initiale est effectuée après la fin des travaux d'installation du SPF à dispositif d'amorçage.

Son objectif est de s'assurer que la totalité de l'installation du SPF à dispositif d'amorçage est conforme au présent document, ainsi qu'au dossier d'exécution.

Cette vérification porte au moins sur les points suivants :

- le PDA se trouve à au moins 2 m au-dessus de tout objet situé dans la zone protégée ;
- le PDA a les caractéristiques indiquées dans le dossier d'exécution ;
- le nombre de conducteurs de descente ;
- la conformité des composants du SPF à dispositif d'amorçage au présent document, aux normes de la série NF EN 50164, NF EN 61643, par marquage par déclaration ou par documentation ;
- le cheminement, emplacement et continuité électrique des conducteurs de descente ;
- la fixation des différents composants ;
- les distances de séparation et/ou liaisons équipotentielle ;
- la résistance des prises de terre ;
- l'équipotentialité de la prise de terre du SPF avec celle du bâtiment.

Dans tous les cas, lorsqu'un conducteur est partiellement ou totalement intégré, il convient que sa continuité électrique soit vérifiée.

8.5 Vérification visuelle

Il convient de procéder à une inspection visuelle afin de s'assurer que :

- aucun dommage relatif à la foudre n'est relevé ;
- l'intégrité du PDA n'est pas modifiée ;
- aucune extension ou modification de la structure protégée ne requiert l'application de mesures complémentaires de protection contre la foudre ;
- la continuité électrique des conducteurs visibles est correcte ;
- toutes les fixations des composants et toutes les protections mécaniques sont en bon état ;
- aucune pièce n'a été détériorée par la corrosion ;
- la distance de séparation est respectée, le nombre de liaisons équipotentielles est suffisant et leur état est correct ;
- l'indicateur de fin de vie des dispositifs des parafoudres est correct ;
- les résultats des opérations de maintenance sont contrôlés et consignés (voir 8.7).

8.6 Vérification complète

Une vérification complète comprend les inspections visuelles et les mesures suivantes pour vérifier :

- la continuité électrique des conducteurs intégrés ;
- les valeurs de résistance de la prise de terre (il convient d'analyser toutes les variations supérieures à 50 % par rapport à la valeur initiale) ;
- le bon fonctionnement du PDA selon la méthodologie fournie par le fabricant.

NOTE Une mesure de terre à haute fréquence est possible lors de la réalisation du système de prise de terre ou en phase de la maintenance afin de vérifier la cohérence entre le système de prise de terre réalisé et le besoin.

10.4. Rapport de Vérification

Chaque vérification périodique doit faire l'objet d'un rapport détaillé reprenant l'ensemble des constatations et précisant les mesures correctives à prendre.

10.5. Maintenance

Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts dans le système de protection contre la foudre, celle-ci est réalisée dans un délai maximum d'un mois. Ces interventions seront enregistrées dans le carnet de bord Qualifoudre (Historique de l'installation de protection foudre).

Document joint => Carnet de Bord Qualifoudre (Annexe 7)

Document joint => Notice de vérification et maintenance (Annexe 8)

11. LA PROTECTION DES PERSONNES

11.1. Prévention et enregistrement des impacts

11.1.1. La détection d'orage et l'enregistrement

La détection du risque orageux se fera par observation humaine. Selon le guide UTC C 18-150, il y a menace d'orage quand un éclair est visible ou si le tonnerre est audible.

L'exploitant devra intégrer le risque orageux aux procédures d'exploitation du site. De plus, les agressions sur le site doivent être enregistrées. Les compteurs de coups de foudre permettent l'enregistrement des impacts. Un relevé régulier (par exemple tous les mois) des compteurs et des parafoudres est recommandé.

11.1.2. Les mesures de sécurité

Le danger est effectif lorsque l'orage est proche et, par conséquent, la sécurité des personnes en période d'orage doit être garantie.

Les personnels doivent être informés du risque consécutif soit à un foudroiement direct, soit à un foudroiement rapproché. Par exemple :

- Pas d'intervention en toiture,
- Pas d'intervention sur un réseau électrique (même un réseau de capteurs)
- Pas de dépotage et remplissage fioul.

Les formations, les procédures, les instructions lors des permis de feu ou de travail doivent par conséquent informer ou rappeler ce risque.

11.2. Tension de pas et de contact

Attention : Le site étant en projet, les zones (portes, coin fumeur, ...) présentant ces types de dangers ne sont pas clairement définies. Les PDA 1 et 2 ne sont pas dans des zones fréquentées ou de passage important. Aucune disposition particulière n'est retenue pour les tensions de pas et de contact.

11.2.1. Tension de contact

Il s'agit du contact direct d'une personne avec un conducteur actif.

11.2.2. Tension de pas

La foudre est dangereuse non seulement parce qu'elle risque de tomber directement sur un individu ou une installation, mais aussi parce que, lorsqu'elle tombe au voisinage d'une personne celle-ci peut être électrisée par la tension de pas que la foudre engendre. La tension de pas existe aussi lorsqu'un conducteur sous tension est tombé à terre. Elle est liée au fait qu'une source de courant créée en un point d'impact est responsable d'un champ électrique au sol, donc d'une tension, qui varie en fonction de la distance à la source : entre deux points différents en contact avec le sol, séparés d'une distance appelée pas, existe donc une différence de potentiel, ou tension de pas, d'autant plus élevée que le pas est important. Lors d'un foudroiement la tension de pas peut atteindre plusieurs milliers de volts et donc être dangereuse pour le corps humain par suite du courant électrique dont il devient le siège.

Un panneau « Danger ! Ne pas toucher la descente lors d'orages » et/ou un panneau « homme foudroyé par un arc » (cf. modèle ci-dessous) et une gaine isolante en partie basse de la descente peuvent être utilisés comme moyens d'avertissement et de protection.



12. ANNEXES

Annexe 1 => Plan de masse

Annexe 2 => Statistiques Météorage

Annexe 3 => Visualisation des risques R1 avec et sans protection

Annexe 4 => Compte rendu Analyse de Risque (JUPITER)

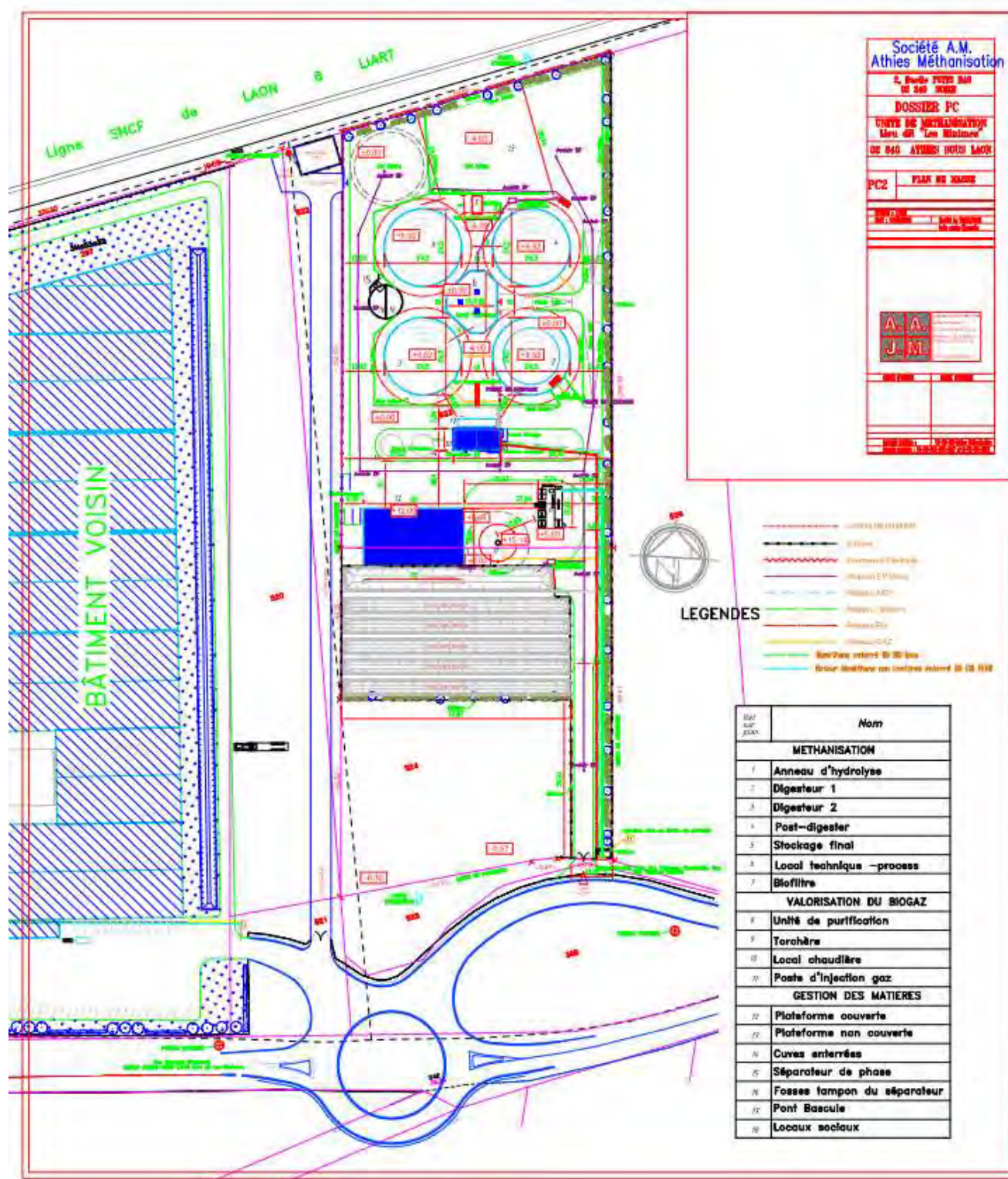
Annexe 5 => Prises de terre paratonnerre

Annexe 6 => Equipotentialité
NF EN 62305-3 Article 6 page 28
Extrait de la NF EN 62305-3 pages 31 et 32
Extrait Rapport GESIP N°2013/01
NF EN 62 305-3 page 63

Annexe 7 => Carnet de Bord Qualifoudre

Annexe 8 => Notice de vérification et maintenance

12.1. Annexe 1 : Plan de masse



12.2. Annexe 2 : Statistiques Météorage

 [Contact](#)

**Météorage**
La foudre sous surveillance

Statistiques du foudrolement

Client : BCM

Déconnexion

Formulaire / Confirmation / Paiement / **Résultat**

Résultat

Commune : ATHIES-SOUS-LAON (02)

Densité d'arcs : 1,32 arcs par an et par km²

Classement de la commune en termes de densité d'arcs : 22475^{ième}

Les résultats ci-dessus sont fournis par Météorage à partir des données du réseau de détection des impacts de foudre pour la période 2004-2013.

La meilleure représentation actuelle de l'activité orageuse est la densité d'arcs qui est le nombre d'arcs de foudre au sol par km² et par an.

La valeur moyenne de la densité d'arcs, en France, est de 1,57 arcs / km² / an.

[Pour en savoir plus, cliquer ici pour obtenir une note sur la densité de foudroement.](#)

COPYRIGHT METEORAGE
Cette fourniture est régie par les conditions générales de vente disponibles ici :
<http://www.meteorage.fr/informations/conditions-generales-de-vente>

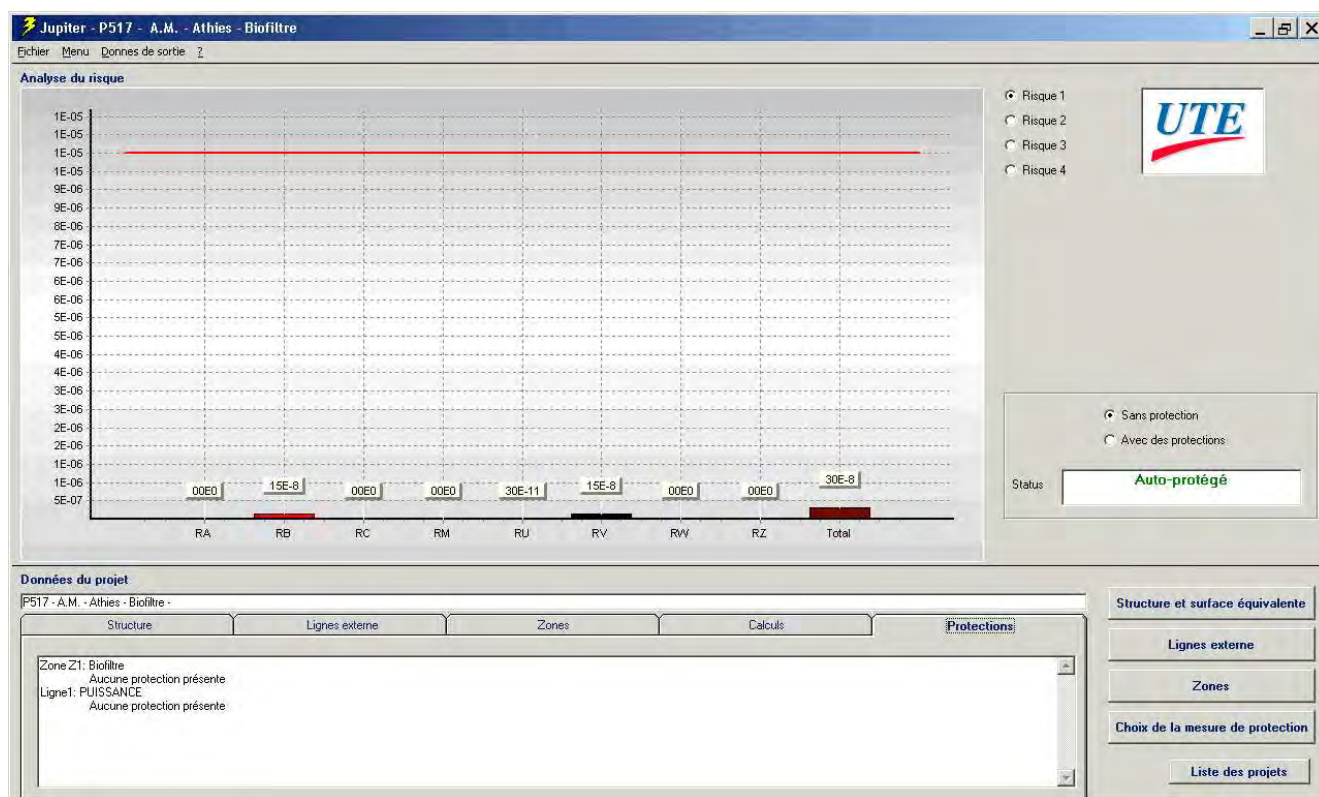
Retour

Nous contacter par email



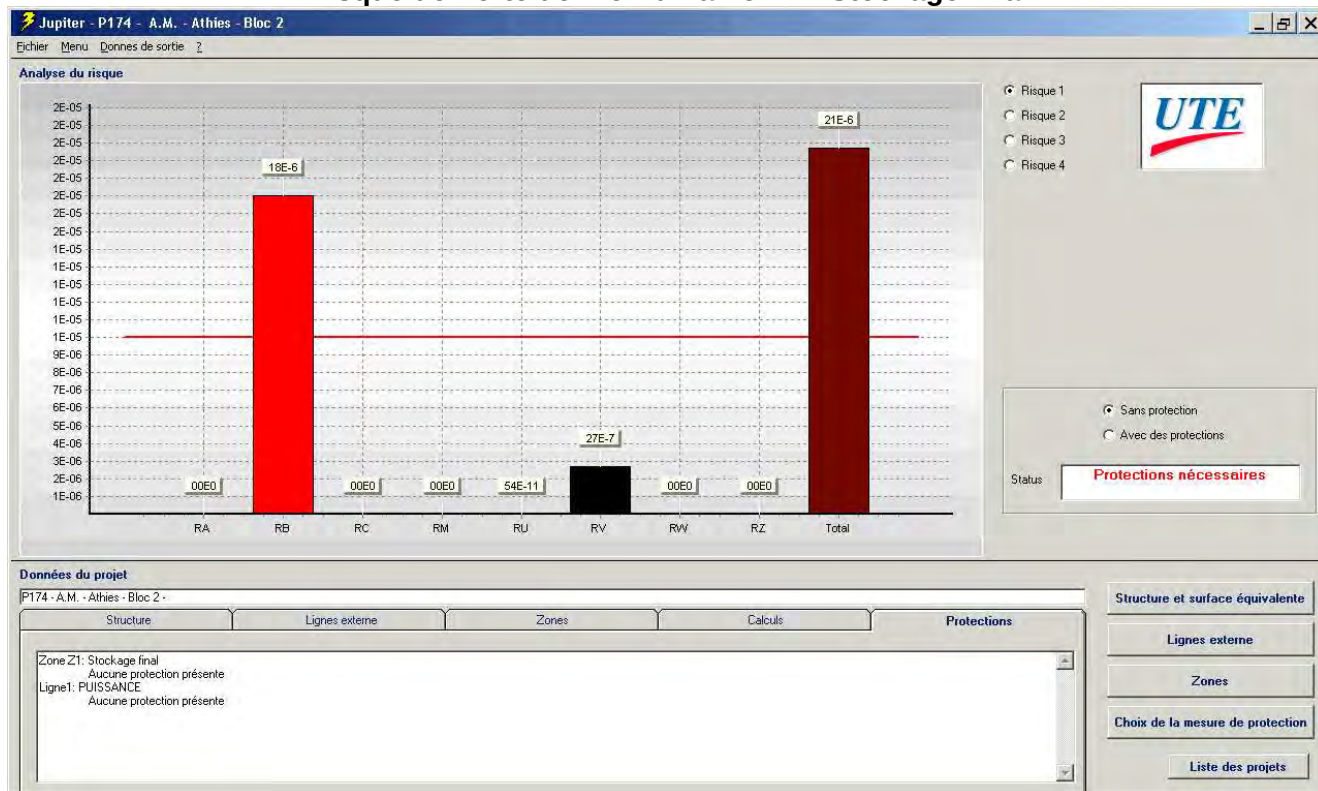
12.3. Annexe 3 : Visualisation des risques R1 avec et sans protection

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Biofiltre,

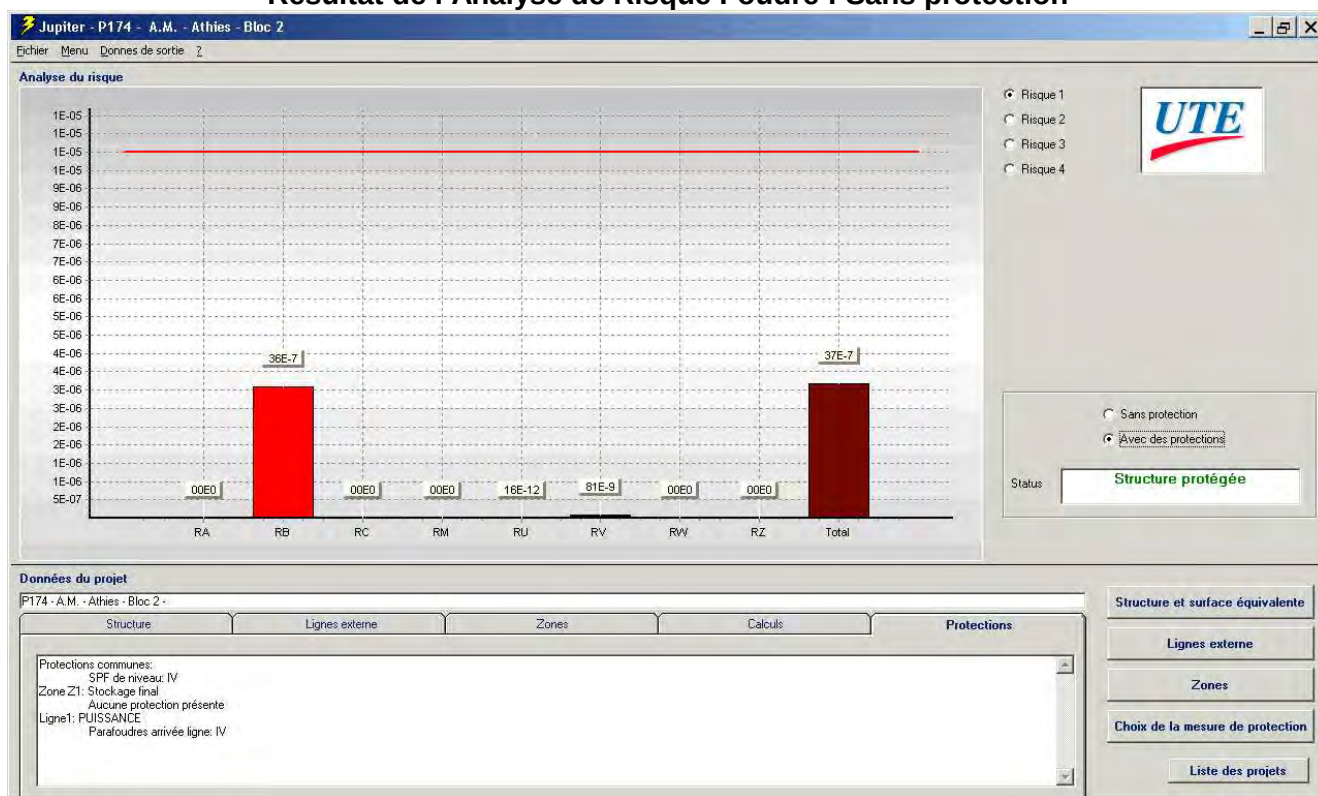


Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Structure ne nécessitant pas de protection

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Stockage final

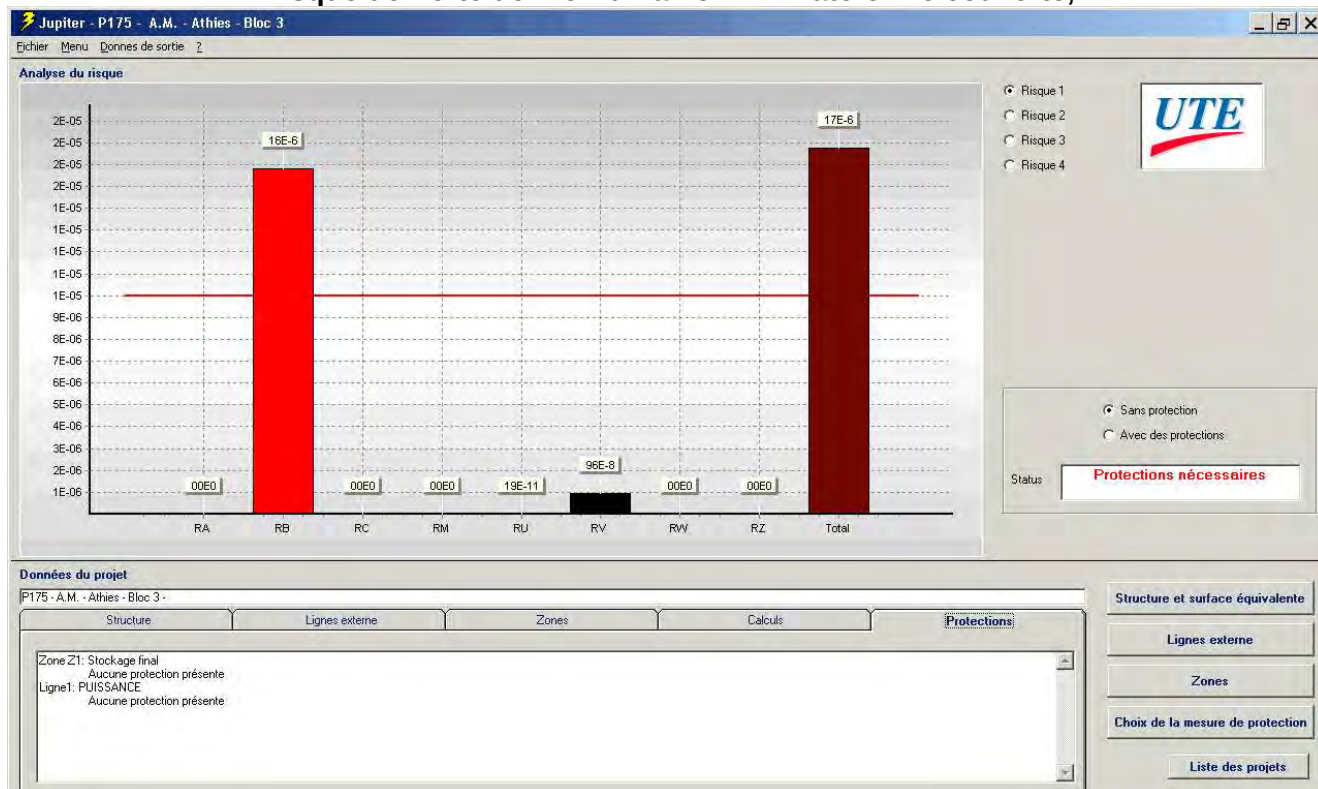


Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection

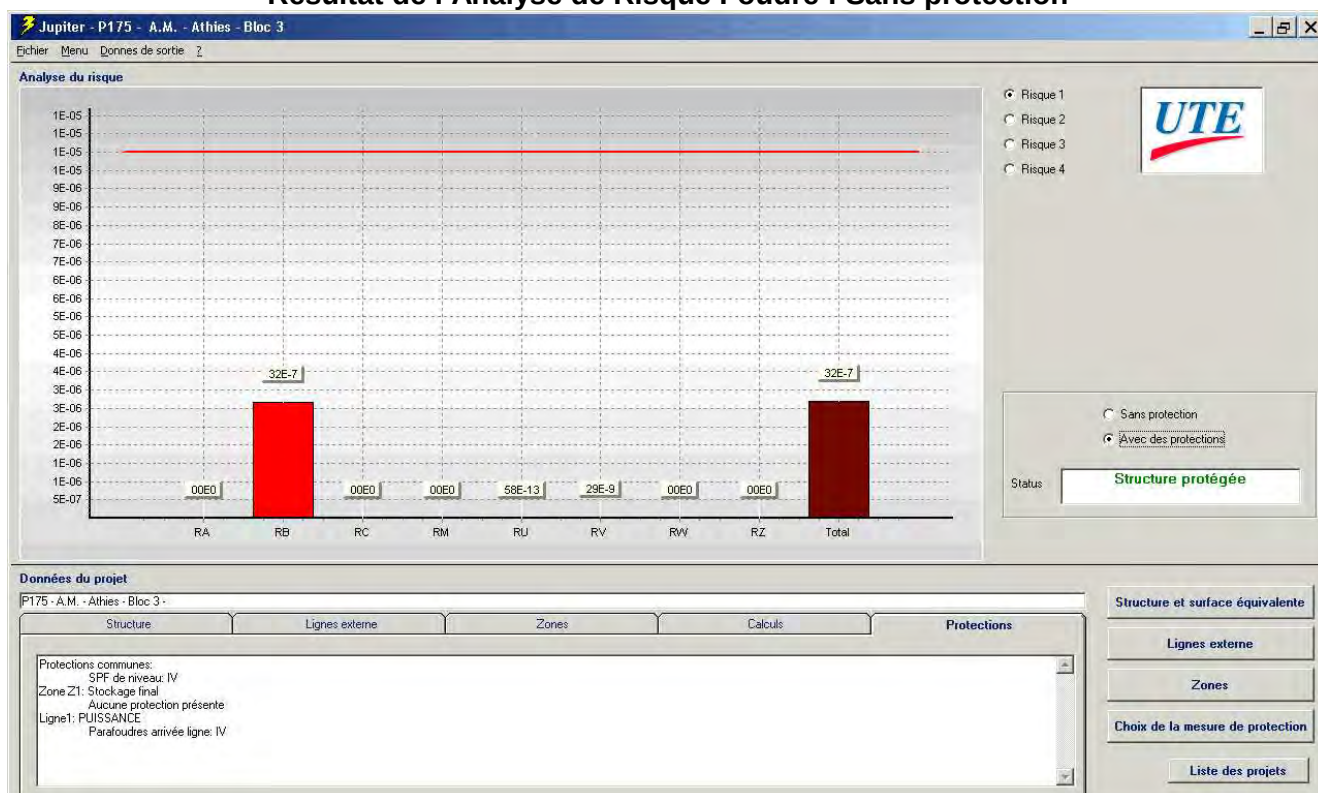


Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Avec protection de niveau IV

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Plateforme couverte,

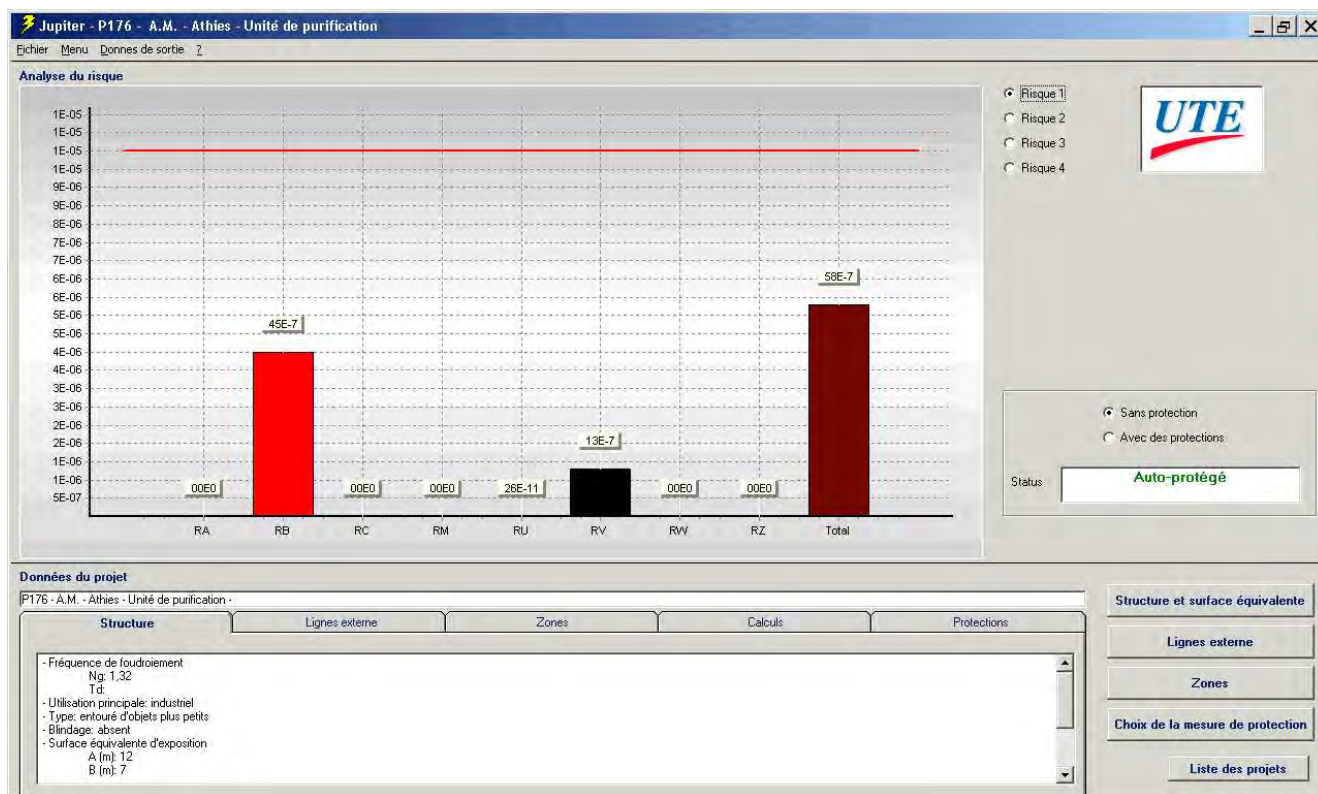


Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection



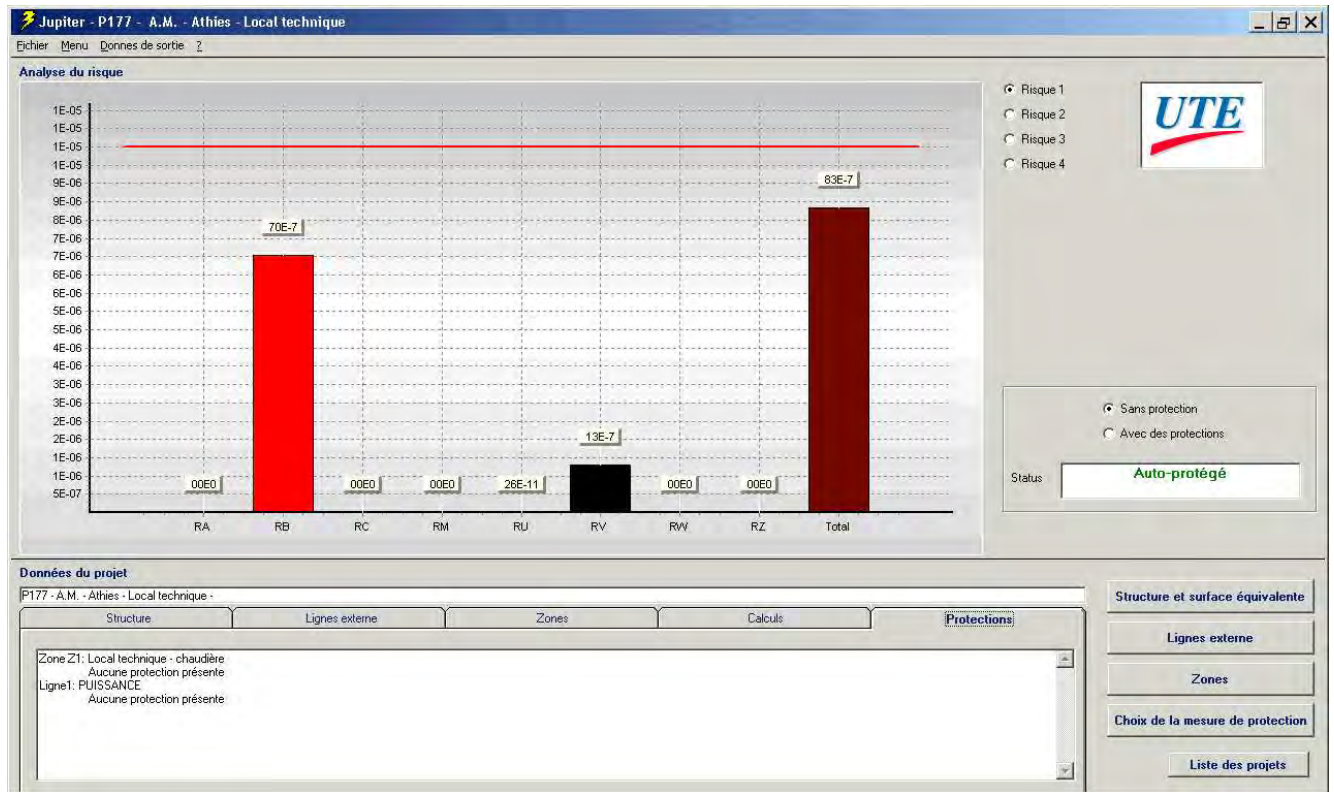
Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Avec protection de niveau IV

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Unité de purification,



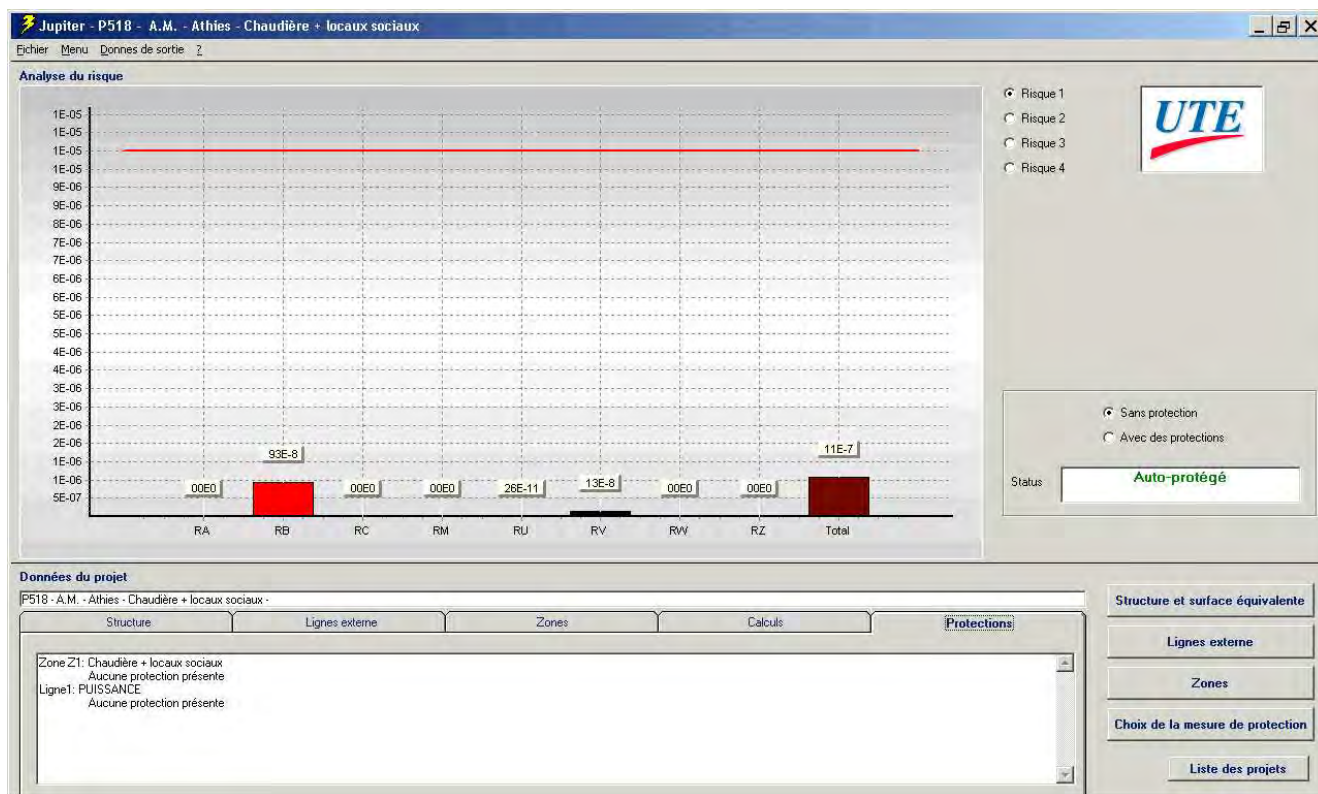
Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Structure ne nécessitant pas de protection

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Local technique,



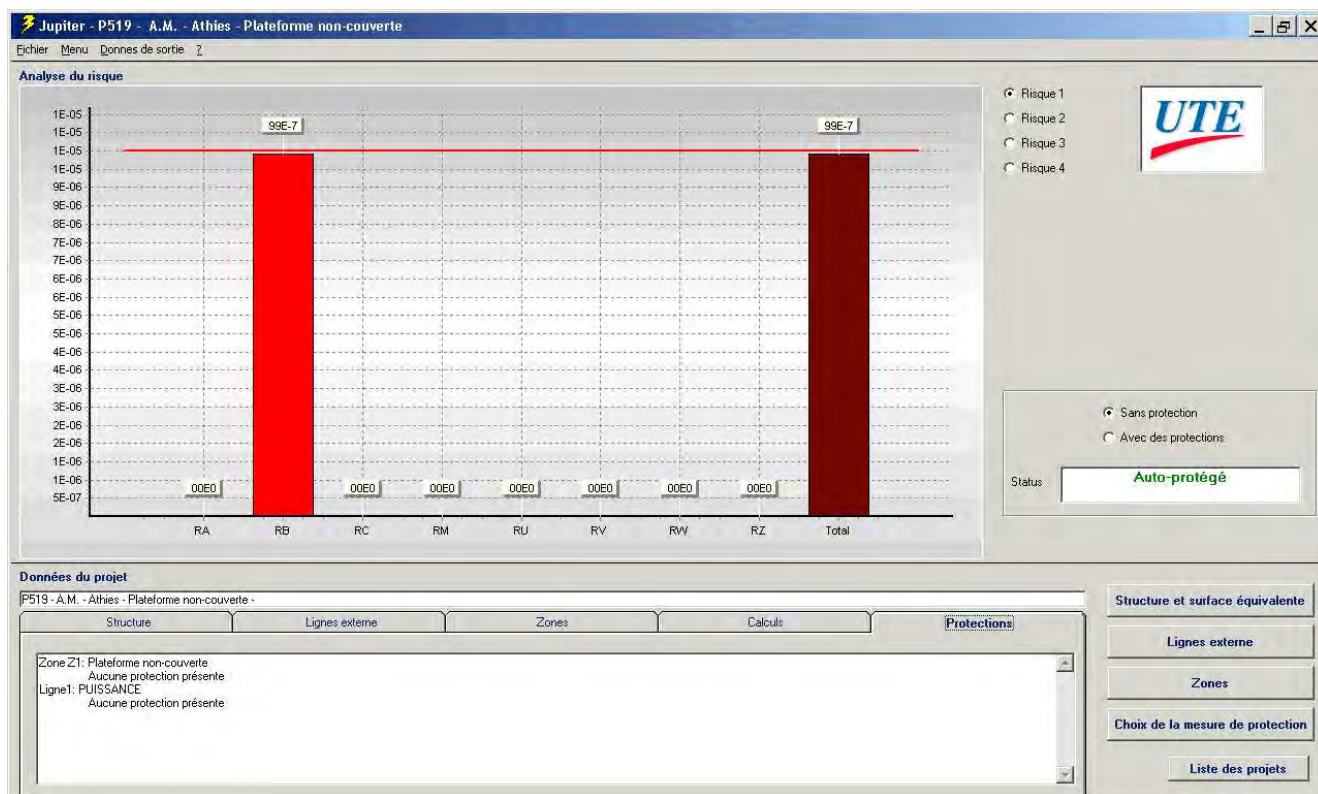
Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Structure ne nécessitant pas de protection

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Chaudière + locaux sociaux,



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Structure ne nécessitant pas de protection

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Plateforme non-couverte.



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Structure ne nécessitant pas de protection

12.4. Annexe 4 : Compte rendu Analyse de Risque (JUPITER)



ÉVALUATION DES RISQUES

Données du projeteur:

Raison sociale: BCM Bureau d'Etude - Contrôle et Maintenance
Adresse: 444 rue Léo Lagrange
Ville: Douai
Code postal: 59500
Pays: Fr
Numéro Qualifoudre: 051166662007
Numéro SIRET: 400 732 681 00012

Client: A.M. Méthanisation

Description de la structure: Unité de méthanisation agricole
Adresse: Lieu dit " Les Minimes "
Commune: 02 840 ATHIES-SOUS-LAON
Pays: FR
Ng: 1,32
Td:

Structure : Biofiltre,

- Fréquence de foudroiement
Ng: 1,32
Td:
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition
A (m): 6
B (m): 3,5
H (m): 3
Hmax (m):
Surface (m²): 223,23
- Particularité: pas applicable

Lignes externes

Ligne1: PUISSANCE

Type: énergie - souterrain
Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 50
Résistivité (ohm x m): 500
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
rural
Système intérieur: BT + CFA
Type de câblage: boucle 10 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Zones

Zone Z1: Biofiltre

Dangers particuliers: risque de panique faible
Risque d'incendie: ordinaire
Protections anti-incendie: manuel
Blindage (ohm/km): absent
Type de sol: béton
Protections contre les tensions de pas et de contact: pas de protection
Systèmes intérieurs présents dans la zone:
BT + CFA - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE

Calculs

Zone Z1: Biofiltre

Nd: 2,95E-04
Nm: 2,65E-01
Pa: 1
Pb: 1
Pc: 1,00E+00
Pm: 9,20E-01
ra: 1,00E-02
r: 0,5
h: 2,00E+00
rf: 1,00E-02

Composantes du risque

R1: Rb Ru Rv
R2:
R3:
R4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Valeurs des dommages

R1: Lf: 0,05 Lo: Lt: 0,0001
R2: Lf: Lo:
R3: Lf:
R4: Lf: 0,5 Lo: 0,01 Lt:

Valeurs du risque

R1 (b): 1,47E-07
R1 (u): 3,03E-10
R1 (v): 1,51E-07
R4 (b): 7,37E-07

Ligne: PUISSANCE

Nl: 3,03E-04
Ni: 3,69E-02
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 9,20E-01
Pu: 1,00E+00
Pv: 1,00E+00
Pw: 1,00E+00
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 3,03E-10
R1 (v): 1,51E-07
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00

R4 (c): 2,95E-06
R4 (m): 2,44E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 7,56E-07
R4 (w): 3,03E-06
R4 (z): 3,66E-04

Risque tolérable

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :
Perte de vie humaine

La valeur Ra du risque tolérable est :
Ra1 = 0,00001 pour le risque de type 1

Analyse du risque

L'analyse des risques présents dans la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mise en évidence:

Perte de vie humaine

Le risque total R1 n'est pas plus grand que le risque tolérable Ra1; adopter des mesures de protection adéquates pour réduire le risque n'est donc pas nécessaire.

Protections

Zone Z1: Biofiltre
Aucune protection présente
Ligne1: PUISSANCE
Aucune protection présente

Conclusions

Puisque pour chaque type de risque présent dans la structure sa valeur totale n'excède pas le risque tolérable Ra, au sens du guide UTE 17-100-2, l'adoption de mesures de protection n'est pas nécessaire.

SELON LE GUIDE UTE 17-100-2 LA STRUCTURE EST AUTO PROTEGEE CONTRE LA FOUDRE.

Structure : Stockage final,

- Fréquence de foudrolement
Ng: 1,32
Td:
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition
A (m): 24,5
B (m): 24,5
H (m): 8,9
Hmax (m):
Surface (m²): 2728,23
- Particularité: pas applicable

Lignes externes

Ligne1: PUISSANCE

Type: énergie - souterrain
Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 100
Résistivité (ohm x m): 500
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
rural
Système intérieur: Alimentation électrique
Type de câblage: boucle 10 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Zones

Zone Z1: Stockage final

Dangers particuliers: risque de panique faible
Risque d'incendie: élevé
Protections anti-incendie: manuel
Blindage (ohm/km): absent
Type de sol: béton
Protections contre les tensions de pas et de contact: pas de protection
Systèmes intérieurs présents dans la zone:
Alimentation électrique - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE

Calculs

Zone Z1: Stockage final

Nd: 3,60E-03
Nm: 2,89E-01
Pa: 1
Pb: 0,2
Pc: 1,00E+00
Pm: 9,20E-01
ra: 1,00E-02
r: 0,2
h: 2,00E+00
rf: 1,00E-01

Composantes du risque

R1: Rb Ru Rv
R2:
R3:
R4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Valeurs des dommages

R1: Lf: 0,05 Lo: Lt: 0,0001
R2: Lf: Lo:
R3: Lf:
R4: Lf: 0,5 Lo: 0,01 Lt:

Valeurs du risque

R1 (b): 3,60E-06
R1 (u): 1,62E-11
R1 (v): 8,11E-08
R4 (b): 1,80E-05

Ligne: PUISSANCE

Nl: 5,41E-04
Ni: 7,38E-02
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 9,20E-01
Pu: 3,00E-02
Pv: 3,00E-02
Pw: 2,00E-01
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 1,62E-11
R1 (v): 8,11E-08
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00

R4 (c): 3,60E-05
R4 (m): 2,65E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 4,06E-07
R4 (w): 1,08E-06
R4 (z): 7,32E-04

Risque tolérable

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :
Perte de vie humaine

La valeur Ra du risque tolérable est :
Ra1 = 0,00001 pour le risque de type 1

Analyse du risque

L'analyse des risques présents dans la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mise en évidence:

Perte de vie humaine
Le risque total R1 n'est pas plus grand que le risque tolérable Ra1.

Protections

Protections communes:
SPF de niveau: IV
Zone Z1: Stockage final
Aucune protection présente
Ligne1: PUISSANCE
Parafoudres arrivée ligne: IV

Conclusions

SELON LE GUIDE UTE 17-100-2 LA STRUCTURE EST PROTEGEE CONTRE LA Foudre
APRES MISE EN PLACE DES MESURES DE PROTECTION.

Structure : Plateforme couverte,

- Fréquence de foudroiement
Ng: 1,32
Td:
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition
A (m): 32
B (m): 18
H (m): 8
Hmax (m):
Surface (m²): 2392,78
- Particularité: pas applicable

Lignes externes

Ligne1: PUISSANCE

Type: énergie - souterrain
Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 50
Résistivité (ohm x m): 500
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
rural
Système intérieur: Alimentation électrique
Type de câblage: boucle 10 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Zones

Zone Z1: Plateforme couverte

Dangers particuliers: risque de panique faible
Risque d'incendie: élevé
Protections anti-incendie: manuel
Blindage (ohm/km): absent
Type de sol: béton
Protections contre les tensions de pas et de contact: pas de protection
Systèmes intérieurs présents dans la zone:
Alimentation électrique - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE

Calculs

Zone Z1: Plateforme couverte

Nd: 3,16E-03
Nm: 2,90E-01
Pa: 1
Pb: 0,2
Pc: 1,00E+00
Pm: 9,20E-01
ra: 1,00E-02
r: 0,2
h: 2,00E+00
rf: 1,00E-01

Composantes du risque

R1: Rb Ru Rv
R2:
R3:
R4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Valeurs des dommages

R1: Lf: 0,05 Lo: Lt: 0,0001
R2: Lf: Lo:
R3: Lf:
R4: Lf: 0,5 Lo: 0,01 Lt:

Valeurs du risque

R1 (b): 3,16E-06
R1 (u): 5,76E-12
R1 (v): 2,88E-08
R4 (b): 1,58E-05

Ligne: PUISSANCE

Nl: 1,92E-04
Ni: 3,69E-02
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 9,20E-01
Pu: 3,00E-02
Pv: 3,00E-02
Pw: 2,00E-01
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 5,76E-12
R1 (v): 2,88E-08
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00

R4 (c): 3,16E-05
R4 (m): 2,66E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 1,44E-07
R4 (w): 3,84E-07
R4 (z): 3,67E-04

Risque tolérable

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :
Perte de vie humaine

La valeur Ra du risque tolérable est :
Ra1 = 0,00001 pour le risque de type 1

Analyse du risque

L'analyse des risques présents dans la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mise en évidence:

Perte de vie humaine
Le risque total R1 n'est pas plus grand que le risque tolérable Ra1.

Protections

Protections communes:
SPF de niveau: IV
Zone Z1: Plateforme couverte
Aucune protection présente
Ligne1: PUISSANCE
Parafoudres arrivée ligne: IV

Conclusions

SELON LE GUIDE UTE 17-100-2 LA STRUCTURE EST PROTEGEE CONTRE LA Foudre
APRES MISE EN PLACE DES MESURES DE PROTECTION.

Structure : Unité de purification,

- Fréquence de foudroiement
Ng: 1,32
Td:
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition
A (m): 12
B (m): 7
H (m): 5
Hmax (m):
Surface (m²): 680,43
- Particularité: pas applicable

Lignes externes

Ligne1: PUISSANCE

Type: énergie - souterrain
Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 50
Résistivité (ohm x m): 500
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
rural
Système intérieur: Alimentation électrique + instrumentation
Type de câblage: boucle 10 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Zones

Zone Z1: Unité de purification

Dangers particuliers: risque de panique faible
Risque d'incendie: élevé
Protections anti-incendie: manuel
Blindage (ohm/km): absent
Type de sol: béton
Protections contre les tensions de pas et de contact: pas de protection
Systèmes intérieurs présents dans la zone:
Alimentation électrique + instrumentation - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE

Calculs

Zone Z1: Unité de purification

Nd: 8,98E-04
Nm: 2,71E-01
Pa: 1
Pb: 1
Pc: 1,00E+00
Pm: 9,20E-01
ra: 1,00E-02
r: 0,5
h: 2,00E+00
rf: 1,00E-01

Composantes du risque

R1: Rb Ru Rv
R2:
R3:
R4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Valeurs des dommages

R1: Lf: 0,05 Lo: Lt: 0,0001
R2: Lf: Lo:
R3: Lf:
R4: Lf: 0,5 Lo: 0,01 Lt:

Valeurs du risque

R1 (b): 4,49E-06
R1 (u): 2,58E-10
R1 (v): 1,29E-06
R4 (b): 2,25E-05

Ligne: PUISSANCE

Nl: 2,58E-04
Ni: 3,69E-02
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 9,20E-01
Pu: 1,00E+00
Pv: 1,00E+00
Pw: 1,00E+00
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 2,58E-10
R1 (v): 1,29E-06
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00

R4 (c): 8,98E-06
R4 (m): 2,49E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 6,46E-06
R4 (w): 2,58E-06
R4 (z): 3,66E-04

Risque tolérable

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :
Perte de vie humaine

La valeur Ra du risque tolérable est :
Ra1 = 0,00001 pour le risque de type 1

Analyse du risque

L'analyse des risques présents dans la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mise en évidence:

Perte de vie humaine

Le risque total R1 n'est pas plus grand que le risque tolérable Ra1; adopter des mesures de protection adéquates pour réduire le risque n'est donc pas nécessaire.

Protections

Zone Z1: Unité de purification
Aucune protection présente
Ligne1: PUISSANCE
Aucune protection présente

Conclusions

Puisque pour chaque type de risque présent dans la structure sa valeur totale n'excède pas le risque tolérable Ra, au sens du guide UTE 17-100-2, l'adoption de mesures de protection n'est pas nécessaire.

SELON LE GUIDE UTE 17-100-2 LA STRUCTURE EST AUTO PROTEGEE CONTRE LA FOUDRE.

Structure : Chaudière + locaux sociaux,

- Fréquence de foudroiement
Ng: 1,32
Td:
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition
A (m): 15
B (m): 7
H (m): 5
Hmax (m): 10
Surface (m²): 1413,72
- Particularité: pas applicable

Lignes externes

Ligne1: PUISSANCE

Type: énergie - souterrain
Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 50
Résistivité (ohm x m): 500
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
rural
Système intérieur: BT + CFA
Type de câblage: boucle 10 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Zones

Zone Z1: Chaudière + locaux sociaux

Dangers particuliers: risque de panique faible
Risque d'incendie: ordinaire
Protections anti-incendie: manuel
Blindage (ohm/km): absent
Type de sol: béton
Protections contre les tensions de pas et de contact: pas de protection
Systèmes intérieurs présents dans la zone:
BT + CFA - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE

Calculs

Zone Z1: Chaudière + locaux sociaux

Nd: 1,87E-03
Nm: 2,72E-01
Pa: 1
Pb: 1
Pc: 1,00E+00
Pm: 9,20E-01
ra: 1,00E-02
r: 0,5
h: 2,00E+00
rf: 1,00E-02

Composantes du risque

R1: Rb Ru Rv
R2:
R3:
R4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Valeurs des dommages

R1: Lf: 0,05 Lo: Lt: 0,0001
R2: Lf: Lo:
R3: Lf:
R4: Lf: 0,5 Lo: 0,01 Lt:

Valeurs du risque

R1 (b): 9,33E-07
R1 (u): 2,58E-10
R1 (v): 1,29E-07
R4 (b): 4,67E-06

Ligne: PUISSANCE

Nl: 2,58E-04
Ni: 3,69E-02
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 9,20E-01
Pu: 1,00E+00
Pv: 1,00E+00
Pw: 1,00E+00
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 2,58E-10
R1 (v): 1,29E-07
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00

R4 (c): 1,87E-05
R4 (m): 2,50E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 6,46E-07
R4 (w): 2,58E-06
R4 (z): 3,66E-04

Risque tolérable

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :
Perte de vie humaine

La valeur Ra du risque tolérable est :
Ra1 = 0,00001 pour le risque de type 1

Analyse du risque

L'analyse des risques présents dans la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mise en évidence:

Perte de vie humaine

Le risque total R1 n'est pas plus grand que le risque tolérable Ra1; adopter des mesures de protection adéquates pour réduire le risque n'est donc pas nécessaire.

Protections

Zone Z1: Chaudière + locaux sociaux
Aucune protection présente
Ligne1: PUISSANCE
Aucune protection présente

Conclusions

Puisque pour chaque type de risque présent dans la structure sa valeur totale n'excède pas le risque tolérable Ra, au sens du guide UTE 17-100-2, l'adoption de mesures de protection n'est pas nécessaire.

SELON LE GUIDE UTE 17-100-2 LA STRUCTURE EST AUTO PROTEGEE CONTRE LA FOUDRE.

Structure : Plateforme non-couverte.

- Fréquence de foudrolement
Ng: 1,32
Td:
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition
A (m): 40
B (m): 35
H (m): 3
Hmax (m):
Surface (m²): 1502,23
- Particularité: pas applicable

Lignes externes

Ligne1: PUISSANCE

Type: énergie - souterrain
Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 1
Résistivité (ohm x m): 500
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
rural
Système intérieur: Ligne fictive
Type de câblage: boucle 10 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Zones

Zone Z1: Plateforme non-couverte

Dangers particuliers: risque de panique faible
Risque d'incendie: élevé
Protections anti-incendie: manuel
Blindage (ohm/km): absent
Type de sol: béton
Protections contre les tensions de pas et de contact: avertissement
Systèmes intérieurs présents dans la zone:
Ligne fictive - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE

Calculs

Zone Z1: Plateforme non-couverte

Nd: 1,98E-03
Nm: 3,08E-01
Pa: 0,1
Pb: 1
Pc: 1,00E+00
Pm: 9,20E-01
ra: 1,00E-02
r: 0,5
h: 2,00E+00
rf: 1,00E-01

Composantes du risque

R1: Rb Ru Rv
R2:
R3:
R4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Valeurs des dommages

R1: Lf: 0,05 Lo: Lt: 0,0001
R2: Lf: Lo:
R3: Lf:
R4: Lf: 0,5 Lo: 0,01 Lt:

Valeurs du risque

R1 (b): 9,91E-06
R1 (u): 0,00E+00
R1 (v): 0,00E+00
R4 (b): 4,96E-05

Ligne: PUISSANCE

Nl: 0,00E+00
Ni: 7,38E-04
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 9,20E-01
Pu: 1,00E+00
Pv: 1,00E+00
Pw: 1,00E+00
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 0,00E+00
R1 (v): 0,00E+00
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00

R4 (c): 1,98E-05
R4 (m): 2,84E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 0,00E+00
R4 (w): 0,00E+00
R4 (z): 7,38E-06

Risque tolérable

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :
Perte de vie humaine

La valeur Ra du risque tolérable est :
Ra1 = 0,00001 pour le risque de type 1

Analyse du risque

L'analyse des risques présents dans la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mise en évidence:

Perte de vie humaine

Le risque total R1 n'est pas plus grand que le risque tolérable Ra1; adopter des mesures de protection adéquates pour réduire le risque n'est donc pas nécessaire.

Protections

Zone Z1: Plateforme non-couverte
Aucune protection présente
Ligne1: PUISSANCE
Aucune protection présente

Conclusions

Puisque pour chaque type de risque présent dans la structure sa valeur totale n'excède pas le risque tolérable Ra, au sens du guide UTE 17-100-2, l'adoption de mesures de protection n'est pas nécessaire.

SELON LE GUIDE UTE 17-100-2 LA STRUCTURE EST AUTO PROTEGEE CONTRE LA Foudre.

Date 06/11/2014 et 10/04/2015

12.5. Annexe 5 : Prises de terre paratonnerre

6 Prises de terre

6.1 Généralités

Il convient d'interconnecter tous les systèmes de mise à la terre pour une même structure.

Une prise de terre est réalisée pour chaque conducteur de descente sur la base d'au moins deux électrodes par prise de terre.

En raison de la nature impulsionnelle du courant de foudre et afin d'améliorer l'appel de courant vers la terre, limitant ainsi le risque de surtensions dangereuses à l'intérieur du volume protégé, il est important de prendre en compte la forme et les dimensions de la prise de terre ainsi que la valeur de sa résistance.

Une certaine zone de contact avec le sol doit être assurée afin de faciliter la dispersion du courant de foudre sur une période brève.

Les prises de terre doivent satisfaire les exigences suivantes :

- la valeur de résistance mesurée à l'aide d'un équipement classique doit être la plus basse possible (inférieure à $10\ \Omega$). Cette résistance doit être mesurée au niveau de la prise de terre isolée de tout autre composant conducteur ;
- éviter les prises de terre équipées d'un composant vertical ou horizontal unique excessivement long ($> 20\text{ m}$) afin d'assurer une valeur d'impédance ou d'inductance la plus faible possible.

L'utilisation d'une prise de terre unique verticale profonde atteignant une couche de sol humide n'est donc pas avantageuse à moins que la résistivité de surface ne soit particulièrement élevée et qu'il existe une couche à conductivité élevée bien en dessous.

Cependant, il convient de noter que ce type de prises de terre forées présente une impédance élevée lorsque la profondeur dépasse 20 m. Donc, il convient d'utiliser un grand nombre de conducteurs horizontaux ou de tiges verticales, toujours parfaitement interconnectés d'un point de vue électrique.

Sauf impossibilité réelle, il convient que les prises de terre soient toujours dirigées vers l'extérieur des bâtiments.

NOTE Pour éviter toute tension de pas, il convient de se reporter à l'Annexe D.

6.2 Types de prises de terre

Les dimensions de la prise de terre dépendent de la résistivité du sol dans lequel les prises de terre sont installées. La résistivité peut varier très fortement, en fonction du matériau du sol (argile, sable, rocher, etc.).

La résistivité peut être évaluée à partir du Tableau 6 ou mesurée à l'aide d'une méthode adaptée avec un instrument de mesure de terre.

Pour chaque conducteur de descente, les prises de terre peuvent comprendre :

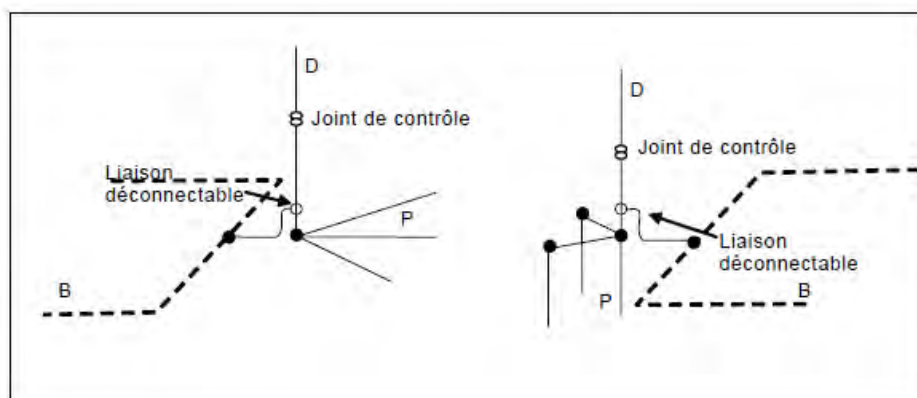
Type A : prise de terre spécifique, divisée en A1 et A2 :

- A1 - les conducteurs de même nature et section que les conducteurs de descente, à l'exception de l'aluminium, disposés sous forme de patte d'oie de grandes dimensions et enterrés à une profondeur minimum de 50 cm.
Exemple : trois conducteurs de 7 m à 8 m de long, enterrés à l'horizontale, à une profondeur minimum de 50 cm.
- A2 - ensemble composé de plusieurs électrodes verticales de longueur totale minimum de 6 m à une profondeur minimum de 50 cm :
 - disposées en ligne ou en triangle et séparées les unes des autres par une distance égale à au moins la longueur enterrée ;
 - interconnectées par un conducteur enterré identique au conducteur de descente ou aux caractéristiques compatibles avec ce dernier.

NOTE La disposition en triangle est recommandée.

Type B : électrode de terre en boucle

Cette disposition comprend soit une boucle extérieure à la structure en contact avec le sol sur une longueur d'au moins 80 % de la boucle, soit une prise de terre à fond de fouille, à condition qu'elle soit constituée d'un conducteur de 50 mm². De plus, il convient que chaque conducteur de descente soit au moins connecté à une électrode horizontale de longueur 4 m minimum ou à une électrode verticale de longueur 2 m minimum.



D : conducteurs de descente
B : boucle au niveau des fondations du bâtiment
P : mise à la terre du SPF à dispositif d'amorçage

Figure 6 – Schéma des types de mise à la terre A1 et A2

6.3 Dispositions complémentaires

Lorsque la résistivité élevée du sol empêche d'obtenir une résistance de prise de terre inférieure à $10\ \Omega$ à l'aide des mesures de protection normalisées ci-avant, les dispositions complémentaires suivantes peuvent être utilisées :

- ajout d'un matériau naturel non corrosif de moindre résistivité autour des conducteurs de mise à la terre ;
- ajout d'électrodes de terre à la disposition en forme de patte d'oie ou connexion de ces dernières aux électrodes existantes ;
- application d'un enrichisseur de terre conforme à la NF EN 50164-7 ;

Lorsque l'application de toutes les mesures ci-dessus ne permettent pas d'obtenir une valeur de résistance inférieure à $10\ \Omega$, il peut être considéré que la prise de terre de Type A assure un écoulement acceptable du courant de foudre lorsqu'elle comprend une longueur totale d'électrode enterrée d'au moins :

- 160 m pour le niveau de protection I ;
- 100 m pour les niveaux de protection II, III et IV.

Dans tous les cas, il convient que chaque élément vertical ou horizontal ne dépasse pas 20 m de long.

La longueur nécessaire peut être une combinaison d'électrodes horizontales (longueur cumulée L_1) et d'électrodes verticales (longueur cumulée L_2) avec l'exigence suivante :

$$160\text{ m (respectivement } 100\text{ m)} \leq L_1 + 2 \times L_2 \quad (4)$$

Pour une prise de terre de Type B, lorsqu'une valeur de 10 ohms ne peut être obtenue, il convient que la longueur cumulée des n électrodes supplémentaires soit de :

- 160 m pour le niveau de protection I (respectivement 100 m pour les autres niveaux de protection) pour une électrode horizontale ;
- 80 m pour le niveau de protection I (respectivement 50 m pour les autres niveaux de protection) pour les électrodes verticales ;
- ou une combinaison telle qu'expliquée ci-avant pour une prise de terre de Type A.

12.6. Annexe 6 : Distance de séparation

5.6 Distance de séparation

L'isolation électrique entre le dispositif de capture ou les conducteurs de descente et les parties métalliques de la structure, les installations métalliques et les systèmes intérieurs peut être réalisée par une distance de séparation « s » entre les parties. L'équation générale pour le calcul de « s » est la suivante :

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} I \quad (\text{m}) \quad (3)$$

où :

- k_i dépend du niveau de protection choisi (voir Tableau 3) ;
- k_m dépend du matériau d'isolation électrique (voir Tableau 4) ;
- k_c dépend du courant de foudre qui s'écoule dans les conducteurs de descente et de terre ;
- I est la longueur, en mètres, le long des dispositifs de capture et des conducteurs de descente entre le point où la distance de séparation est prise en considération et le point de la liaison équipotentielle la plus proche.

NOTE La longueur I le long du dispositif de capture peut être ignorée pour les structures à toiture métallique continue agissant comme dispositif de capture naturel.

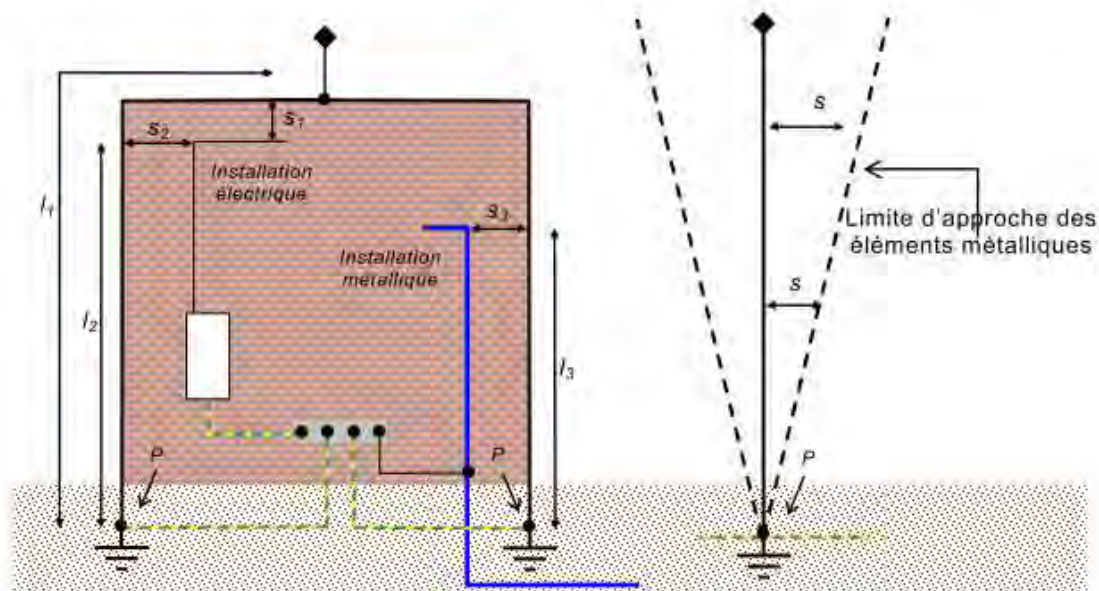


Figure 5 – Illustrations de la distance de séparation en fonction de la longueur considérée et augmentation de la différence de potentiel en fonction de la distance au point d'équipotentialité le plus proche (P)

Tableau 3 – Valeurs du coefficient k_i

Niveau de protection	k_i
I	0,08
II	0,06
III et IV	0,04

Tableau 4 – Valeurs du coefficient k_m

Matériau	k_m
Air	1
Béton, briques	0,5
NOTE 1 Si plusieurs matériaux isolants sont en série, une bonne pratique est de choisir la valeur la plus faible de k_m .	
NOTE 2 Si d'autres matériaux isolants sont utilisés, il convient que le fabricant fournisse des conseils en matière de construction et la valeur de k_m .	

Dans des structures en béton armé avec armatures métalliques interconnectées, une distance de séparation n'est pas requise.

Tableau 5 – Valeurs du coefficient k_c

Nombre de conducteurs de descente n	k_c	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B
1	1	1
2	0,75 c)	1... 0,5 a)
3	0,60 b,c)	1 ... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)
4 et plus	0,41 b,c)	1 ... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)
a) Voir l'Annexe E		
b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées.		
c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$.		
NOTE D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.		

12.7. Annexe 7 : Equipotentialité

6 Installation intérieure du système de protection contre la foudre

6.1 Généralités

L'installation intérieure de protection contre la foudre doit empêcher l'apparition d'étincelles dangereuses dans la structure à protéger, dues à l'écoulement du courant dans l'installation extérieure de protection contre la foudre ou dans les éléments conducteurs de la structure.

Les étincelles peuvent apparaître entre, d'une part l'installation extérieure et, d'autre part les composants suivants:

- les installations métalliques;
- les systèmes intérieurs;
- les éléments conducteurs extérieurs et les lignes pénétrant dans la structure.

NOTE 1 Une étincelle apparaissant dans des structures à risque d'explosion est toujours considérée comme dangereuse. Dans ce cas, des mesures complémentaires de protection sont prescrites et sont à l'étude (voir Annexe E).

NOTE 2 Pour la protection contre les surtensions dans les systèmes électriques et électroniques, voir la CEI 62305-4.

Les étincelles dangereuses peuvent être évitées à l'aide:

- d'une équipotentialité conformément à 6.2, ou
- d'une isolation électrique entre éléments conformément à 6.3.

6.2 Liaison équipotentielle de foudre

6.2.1 Généralités

L'équipotentialité est réalisée par l'interconnexion de l'installation extérieure de protection contre la foudre avec:

- l'ossature métallique de la structure,
- les installations métalliques,
- les systèmes intérieurs,
- les éléments conducteurs extérieurs et les lignes connectées à la structure.

Si une équipotentialité de foudre est réalisée pour l'installation intérieure de protection, une partie du courant de foudre peut s'écouler à l'intérieur et cet aspect doit être pris en compte.

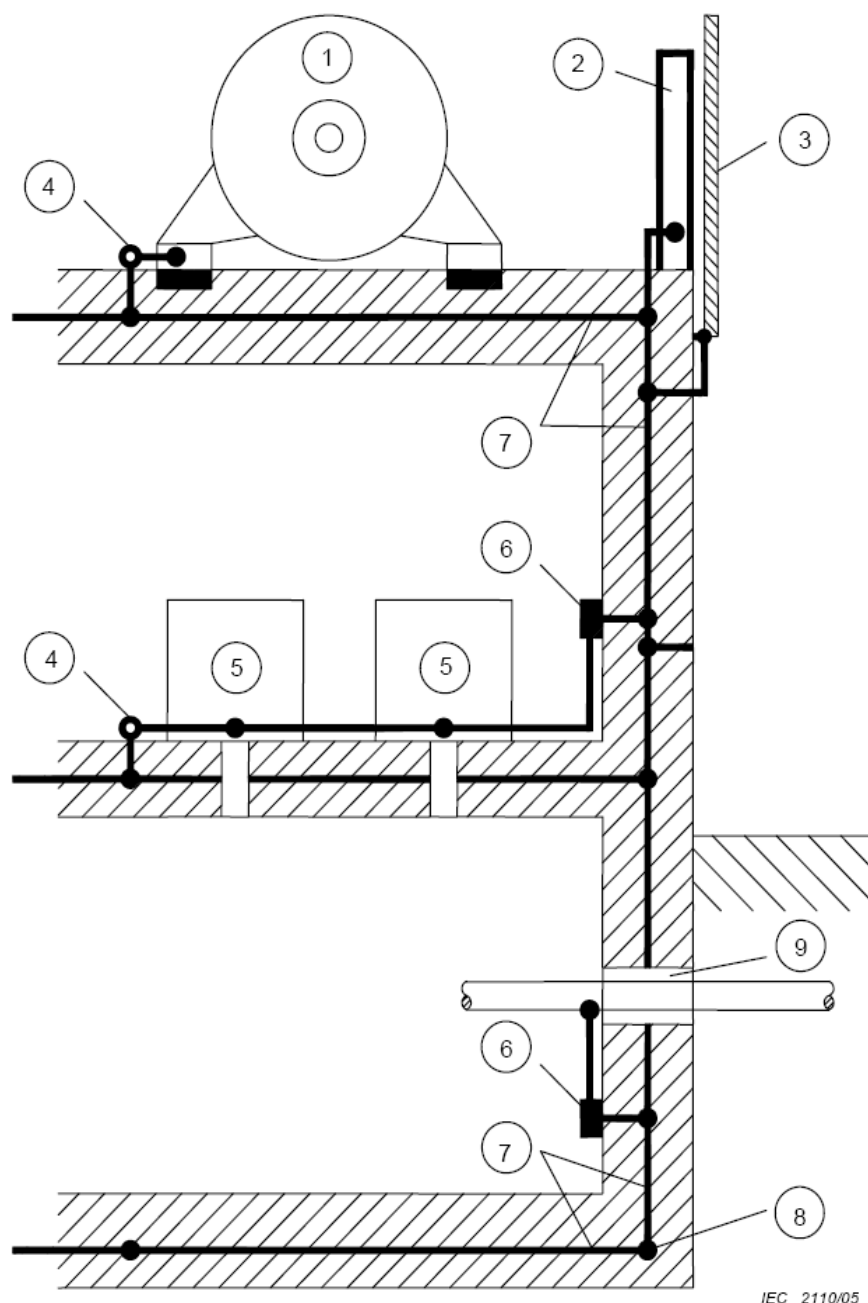
Les moyens d'interconnexion peuvent être:

- les conducteurs d'équipotentialité, si une continuité naturelle n'est pas obtenue;
- les parafoudres, si les conducteurs d'équipotentialité ne sont pas réalisables.

Leur réalisation est importante et doit être concertée avec l'opérateur du réseau de communication, le distributeur du réseau de puissance et d'autres opérateurs ou autorités concernées, du fait d'éventuelles exigences conflictuelles.

Les parafoudres doivent être installés de manière à pouvoir être inspectés.

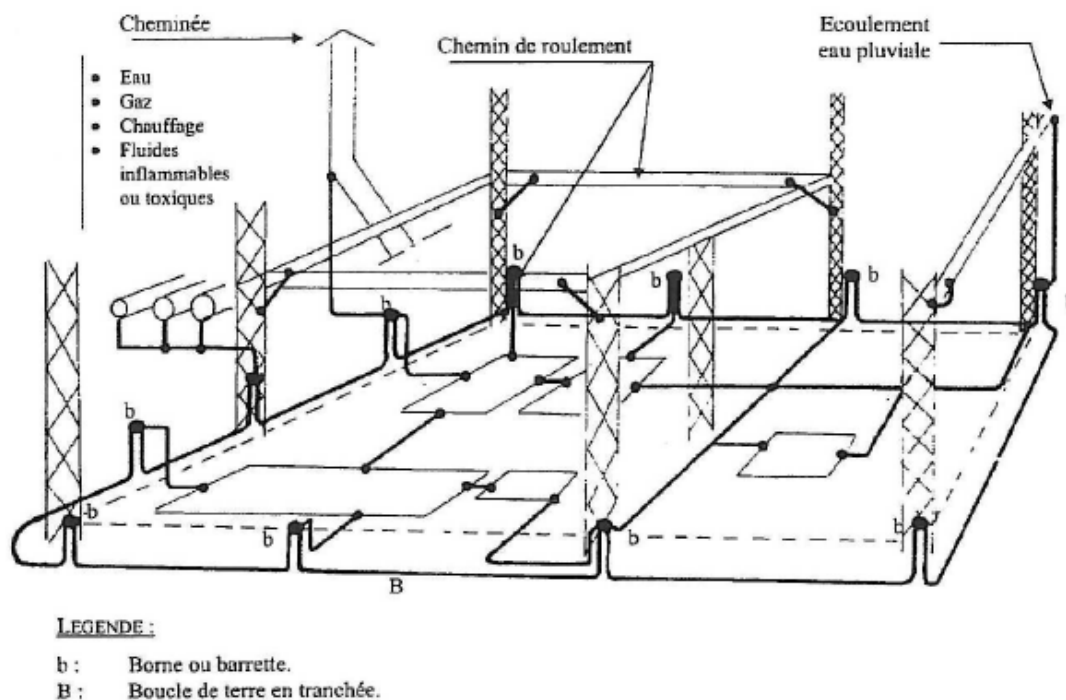
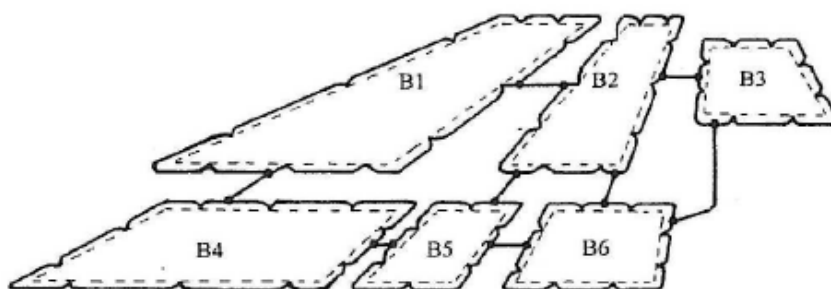
NOTE Si un système de protection est installé, des parties métalliques extérieures à la structure à protéger peuvent être affectées. Il convient que cela soit pris en compte lors de la conception. Des équipotentialités avec des parties métalliques extérieures peuvent aussi être nécessaires.



Légende

1 Matériel électrique de puissance
 2 Poutre métallique
 3 Revêtement métallique de façade
 4 Borne d'équipotentialité
 5 Matériel électrique ou électronique

6 Barre d'équipotentialité
 7 Armature acier dans le béton (avec maillage superposé)
 8 Boucle à fond de fouille
 9 Point de pénétration commun des divers services

Fig. 5.1 – Exemple de réseau équipotentiel (plan de masse)Fig. 5.2 – Constitution d'un réseau maillé à partir de boucles élémentaires

12.8. Annexe 8 : Carnet de Bord Qualifoudre


**INSTALLATIONS DE PROTECTION
CONTRE LA Foudre**
CARNET DE BORD

Raison sociale : _____

Désignation de l'Établissement : _____

Adresse de l'Établissement : _____

Adresse du Siège Social : _____

CARNET DE BORD

Ce carnet de bord est la trace de l'historique de l'installation de protection foudre et doit être tenu à jour sous la responsabilité du Chef d'Établissement.
Il doit rester à la disposition des Agents des Pouvoirs Publics chargés du contrôle de l'Établissement.
Il ne peut sortir de l'Établissement ni être détruit lorsqu'il est remplacé par un autre carnet de bord.

Modèle QUALIFOU/DRE - 09/05 - www.qualifoudre.org

Renseignements sur l'Etablissement

Nature de l'activité (1) :

N° de classification INSEE :

Classement de l'Etablissement(2) { à la date du Type Catégorie
à la date du Type Catégorie
à la date du Type Catégorie

Pouvoirs Publics exerçant le contrôle de l'Etablissement :

Inspection {
du
Travail {
.....

Commission {
de
Sécurité {
.....

DREAL {
.....
.....
.....
.....

Personne responsable de la surveillance des installations :

NOM	QUALITE	DATE D'ENTREE EN FONCTION

- Les indications à donner ont pour but de déterminer, au regard des textes officiels, quelles sont les règles applicables, par exemple : ICPE, INB, ERP...
- Pour les établissements recevant du public (théâtres, cinéma, magasins, hôpitaux...).

Pour les Installations Classées (déclaration, autorisation, AS, ...)

HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

I - DEFINITION DES BESOINS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR OU N° QUALIFOUDRE

II – ETUDE TECHNIQUE DES PROTECTIONS ET NOTICE DE CONTROLE ET DE MAINTENANCE

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR OU N° QUALIFOUDRE

Les installations de protection sont décrites dans le rapport initial, leurs modifications sont signalées dans les rapports suivants.

III – INSTALLATION DES PROTECTIONS

DATE DE RECEPTION	INTITULE DU DOCUMENT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR OU N° QUALIFOUDRE

IV – VERIFICATIONS PERIODIQUES

[illegible]

12.9. Annexe 9 : Notice de vérification et maintenance

1. Liste et localisation des protections contre la foudre

a. Les IEPF :

PDA 1 de 60 μ s sur un pylône :

- o 1 PDA de 60 μ s testable,
- o 1 mât surplombant de 5 m minimum les stockages biogaz et le stockage final,
- o 2 descentes dédiées en conducteur normalisé,
- o 1 compteur d'impact,
- o 2 joints de déconnexion portant les mentions obligatoires,
- o 2 gaines de protection basse,
- o 2 prises de terre de type A,
- o 2 liaisons équipotentielles terre paratonnerre – terre électrique par un système permettant la déconnexion.

PDA 2 de 60 μ s sur la plateforme couverte :

- o 1 PDA de 40 μ s minimum et testable,
- o 1 mât de 5 m,
- o 2 descentes en conducteur normalisé (1 descente dédiée et 1 descente naturelle),
- o 1 compteur d'impact pour la descente dédiée,
- o 1 joint de déconnexion portant les mentions obligatoires pour la descente dédiée,
- o 1 gaine de protection basse pour la descente dédiée,
- o 1 prise de terre de type B,
- o 1 liaison équipotentielle terre paratonnerre – terre électrique par un système permettant la déconnexion pour la descente dédiée.

DISTANCE DE SEPARATION

	PDA 1	PDA 2
S	0,9 m	0,2 m

Cuves fioul :

- o Utilisation des cuves en tant que dispositif naturel de capture et d'écoulement.
- o Réalisation d'une liaison équipotentielle entre chaque cuve et la terre générale BT du site par un système permettant la déconnexion.

Torchère :

- o Utilisation des éléments métalliques de la torchère en tant que dispositif naturel de capture et d'écoulement.
- o Réalisation d'une liaison équipotentielle entre chaque cuve et la terre générale BT du site par un système permettant la déconnexion.

b. Les IIPF :

⚡ **Parafoudres de type I sur :**

- TGBT du site.

Caractéristiques des parafoudres :

- $U_c = 400 \text{ V}$
- $I_{imp} \geq 12,5 \text{ kA}$,
- $U_p \leq 1,5 \text{ kV}$,
- Dispositif de déconnexion (fusible ou disjoncteur).

⚡ **Parafoudres de type II sur les EIPS :**

- Canalisations aériennes de biogaz :

- Capteur de pression (haute et basse),
- Vanne de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz.

- Canalisations aériennes de biométhane :

- Capteur de pression (haute),
- Vanne de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biométhane.

- Gazomètre :

- Système pneumatique de maintien de la pression entre les deux membranes,
- Protection de surpression de dépression mécanique avec remplissage d'eau,
- Ventilateurs de maintien membrane extérieur avec soupapes à air,
- Capteurs de pression,
- Mesure de l'H₂S en continu dans le biogaz pour l'ajout d'hydroxyde de fer.

- Digesteur et post-digesteur :

- Capteur de pression (haute et basse),
- Suivi du procédé de méthanisation.

- Local chaudière :

- Ventilation forcée,
- Détecteurs de CH₄,
- Destruction du biogaz en cas d'indisponibilité de valorisation (torchère),

- Dispositif « coup de poing » à l'extérieur du local de la chaudière.
- Canalisations de biogaz :
 - Capteur de pression (haute et basse),
 - Vanne de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz.
- Unité de purification :
 - Conteneur ventilé,
 - Détecteurs de CH₄ et H₂S,
 - Destruction du biogaz en cas d'indisponibilité de valorisation (torchère),
 - Dispositif « coup de poing » à l'extérieur du local de la chaudière.
- Torchère :
 - Détecteurs de flamme (lampe UV),
 - Ventilation avant rallumage ou arrêt de la torchère.
- Toutes les cuves :
 - Détecteurs de niveau haut et de niveau bas,
 - Contrôle du débit par automatisation de l'alimentation.

Caractéristiques des parafoudres :

- $U_c = 400 \text{ V}$
- $I_n \geq 5 \text{ kA}$,
- $U_p \leq 1,3 \text{ kV}$,
- Dispositif de déconnexion (fusible ou disjoncteur).

Une alternative consiste à appliquer les prescriptions du GESIP de 2013 pages 27 et 28 :

4.1.4.2.3 Sécurités instrumentées

La nécessité de protection complémentaire pour les sécurités instrumentées dépendra de leur criticité, de leur conception, de leur redondance et de leur technologie. Par exemple, des systèmes de type à sécurité positive ne nécessiteront pas de protection particulière autre que :

- la pose de câbles écrantés avec mise à la terre des blindages et/ou des armures,
- la mise à la terre des équipements au réseau équipotentiel installé en unité,
- l'utilisation d'enveloppes métalliques mises à la terre.

🔧 **Liaisons équipotentielles :**

- Canalisation en acier de transport du biométhane,
- Cheminée chaufferie,
- Cuve fioul,
- Cuve citerne pression-vide,
- 2 cuves de stockage liquide
- Cuves 1 et 2 (purification),
- Compresseur,
- Surpresseur,
- Sécheur,
- Groupe froid,
- Stockage final,
- Conteneur épuration,
- Torchère,
- Bardages métalliques,
- Bacs acier,
- ...

c. Prévention :

- o La détection du risque orageux se fera par observation humaine. Selon le guide UTC C 18-150, il y a menace d'orage quand un éclair est visible ou si le tonnerre est audible.
- o Les agressions sur le site doivent être enregistrées. Un relevé régulier (par exemple tous les mois) des compteurs et parafoudres est recommandé.
- o La sécurité des personnes en période d'orage doit être garantie.
 - Pas d'intervention en toiture,
 - Pas d'intervention sur un réseau électrique (même un réseau de capteurs)
 - Pas de dépotage et remplissage fioul.

Les formations, les procédures, les instructions lors des permis de feu ou de travail doivent par conséquent informer ou rappeler ce risque.

2. Vérification des protections foudre

a. Les Installations Extérieures de Protection contre la Foudre (IEPF)

Fiche n°.....

Vérification effectuée le :/...../.....

Par M.

INSTALLATION EXTERIEURE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (IEPF)				
DISPOSITIF (NORME PRODUIT)	COMPOSANT DU DISPOSITIF	POINT DE CONTROLE	CONFORME	NON CONFORME
CAPTURE (NF EN 50164-2)	PDA	Etat physique		
		Corrosion		
		Test de la partie active (si vérification complète)		
	Fixation du PDA	Etat physique		
		Corrosion		
DESCENTE 1 : CONDUCTEUR DEDIE (NF EN 50164-2)		Haubanage		
	Fixation, connexion, support	Connexion, continuité		
	Conducteur	Cheminement, nature, section, rupture,...		
	Protection mécanique	Corrosion, arrachement,...		
	Compteur d'impact	Etat physique incrémentation,...		
DESCENTE 2 : (NF EN 50164-2)	Borne de mesure	Corrosion, arrachement,...		
	Elément naturel	Connexion, continuité		
	Ferraille à béton	Continuité		
	Conducteur rapporté	Cheminement, nature, section, rupture,...		
	Fixation, connexion, support	Arrachement, corrosion		
	Protection mécanique	Corrosion, arrachement,...		
	Compteur d'impact	Intégrité de l'appareil, éventuelle incrémentation,...		
PRISE DE TERRE (NF EN 50164-1 et 2)	Borne de mesure	Corrosion, arrachement,...		
	Réalisation	Type A, type B, nature et section des électrodes,...		
	$0 < \text{conservation} \leq 10 \Omega$	Résistance		
	Regard de visite, état de la connexion	Accessibilité, corrosion,...		
EQUIPOTENTIALITE ET SEPARATION (NF EN 50164-2)	Interconnexion au fond de fouille	Accessibilité, corrosion,...		
	Conducteur, connexion	Nature, section, cheminement, connexion, fixation,...		
	Distance de séparation	Maintien de la distance		

Fait à : le/...../.....

Signature :

Vérification des Installations Extérieures de Protection contre la Foudre (IEPF)

- De la pointe (examen oculaire si vérification visuelle),
- Du conducteur de descente (cheminement et continuité électrique),
- Du joint de contrôle (vérification et nettoyage),
- De la gaine de protection,
- Du respect des distances de sécurité et / ou présence des liaisons équipotentielle, des fixations mécaniques des différents éléments de l'installation,
- De l'équipotentialité des terres paratonnerres avec la terre du réseau électrique du bâtiment,
- Qu'aucune extension ou modification de la structure protégée (ou de son voisinage direct) n'impose la mise en place de dispositions complémentaires de protection,

Mesure de la résistance des prises de terre avec telluromètre :

- Ouverture du joint de contrôle intercalé sur le conducteur de descente à environ 2 mètres du sol,
- Désolidarisation de l'ensemble gaine/conducteur de la structure sur laquelle elle est fixée, si celle-ci est conductrice,
- Séparation au niveau du regard de visite du conducteur méplat de la prise de terre du paratonnerre et du conducteur de terre en cuivre nu du réseau électrique du bâtiment,
- Mise en œuvre de la méthode de mesure de la résistance (voir ci-dessous)
- Remontage de l'ensemble ;

Celle-ci s'effectue avec un appareil de mesure conforme à la norme de sécurité NF EN 61010-1 de 1993, relative aux instruments de mesures électroniques et permet :

- La mesure de résistance des prises de terre,
- La mesure de continuité.

La mesure de la valeur ohmique de la prise de terre isolée des autres circuits est réalisée à l'aide de deux autres prises de terre auxiliaires.

C'est une mesure différentielle entre deux points :

- La source de tension (1^{er} piquet de terre Z situé à une distance d de la prise de terre à mesurer),
- La mesure de tension (2^{ème} piquet Y situé à 62 % de d).

La chute de tension entre ces deux points indique la résistance de terre à mesurer.

b. Les Installations Intérieures de Protection contre la Foudre (IIPF)

Fiche n°

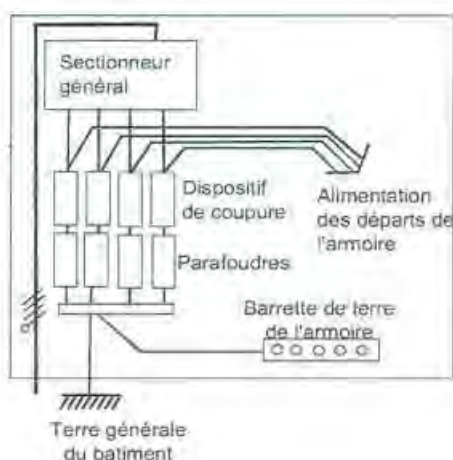
Vérification effectuée le :/...../.....

Par M.

EQUIPEMENTS PROTEGES :

IMPLANTATION DES PARAFODRES :

SCHEMA ELECTRIQUE :



CARACTERISTIQUES PARAFODRES

Régime de Neutre :

Marque :

Type 1 ☐

Type 2 ou 3 ☐

Up :kV

Uc :V

Pour type 1 :

Iimp :kA

Pour type 2 ou 3 :

In :kA

Imax :kA

☐ OUI

☐ OUI

☐ OUI

☐ OUI

☐ NON

☐ NON

☐ NON

☐ NON

INSPECTION VISUELLE :

- Règle des 50 cms respectée
- Section des câbles respectée
- Signalisation de défaut du parafoudre
- Dispositif de coupure associé existant

RESULTAT DE LA VERIFICATION

- Installation parafoudres sans défaut

☐ OUI

☐ NON

Si non, l'installation présente les défauts suivants :

ACTIONS CORRECTIVES

Fait à : le/...../.....

Signature :

Annexe 2 : Fiche de données sécurité de l'hydroxyde de fer



Safety Data Sheet Ferric (hydr)oxide

1. Identification of the substance and manufacturer

Chemical name of the substance:

Ferric (hydr)oxide

Trade name:

Ferric (hydr)oxide, iron sludge (synonyms: ferric oxide hydroxide, iron(III) oxide hydroxide, iron(III) oxide trihydrate, hydrated iron(III) oxide, diiron trioxide trihydrate)

EC nr: 215-168-2; **CAS nr:** 1309-37-1

REACH nr: 01-2119457614-35-xxxx

The full registration numbers of individual manufacturers are available at www.reststoffenuie.com

Uses of the substance:

Dephosphatisation and odour control in wastewater treatment, desulphurisation in biogas production, desulphurisation in household-waste fermentation, raw material in brick industry, and building material in infrastructural works.

Identification of distributor of substance:

Reststoffenuie Waterleidingbedrijven B.V. (Supplier)

Origin of ferric (hydr)oxide:

The substance is a product of the production of drinking water from ferrous groundwater, and of the production of drinking water from surface water.

Telephone number in case of emergency:

European emergency number: 112

2. Hazards

The substance is not classified as hazardous under the CLP regulations.

3. Composition/information on ingredients

Main ingredient:

Ferric (hydr)oxide

Composition (percentage by weight based on dry substance):

$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	:	80	-	100%
Inert (sand)	:	1	-	10%
Ca	:	<0.1	-	5%
P	:	0.1	-	4%
Al	:	<0.1	-	0.3%
Mg	:	<0.1	-	0.3%
Mn	:	<0.1	-	4%
Dry matter	:	7.5	-	30%

4. First-aid measures

Under normal use: N/a

Other measures:

Ingestion:	In very large quantities, consult doctor
Inhalation:	N/a
Skin contact:	N/a
Eye contact:	Rinse with water; consult doctor

5. Fire-fighting measures

Ferric (hydr)oxide is non-combustible. All commonly available extinguishing media can be used.

6. Accidental release measures

Rinse with water.



7. Handling and storage

Handling:	No special measures.
Storage:	Store preferably in tanks, bunker/silos or, in the case of dewatered material, by stock-piling using retention walls.

8. Exposure controls/personal protection

Inhalation:	None
Skin contact:	None
Eye contact:	Safety glasses
Dust emission:	Dust mask P1 or P3

9. Physical and chemical properties

Physical state:	Dewatered or aqueous suspension
Colour:	Yellow to reddish brown
Odour:	Neutral
Melting point (Fe_2O_3):	1565°C
Relative density:	1.05 - 1.20
Water solubility:	< 1 µg/l Fe at 20°C
pH (dissolved)	7-8

10. Stability and reactivity

Stability: the substance is stable.

11. Toxicological information

The substance is not toxic.

Detailed information is contained in the Safety Data Report: Ferric(hydr)oxide. This document is available on request from Reststoffenuie.

12. Ecological information

The substance is not ecotoxic.

Detailed information is contained in the Safety Data Report: Ferric(hydr)oxide. This document is available on request from Reststoffenuie.

13. Disposal considerations

Dispose according to national regulations for non-hazardous, non-combustible substances.

14. Transport information

Transport according to national, European (EU) and international (OECD, ADR, IMDG, IATA) regulations for non-hazardous substances.

15. Regulatory information

The substance is not classified as hazardous according to (EG) No 1272/2008 (CLP).

This Safety Data Sheet is not legally required but a service to downstream users.

16. Other information

Modifications in this version.

This is version 1 since the REACH registration.

Reststoffenuie Waterleidingbedrijven B.V.
Groningenhaven 7, 3433 PE Nieuwegein
Post Box 1072, 3430 BB Nieuwegein

Telephone: 030 – 60 69 721
Fax: 030 – 60 69 720

website: www.reststoffenuie.com
e-mail: info@reststoffenuie.com

Disclaimer

The above information presents the safety data for the product ferric(III) oxide. All the information is based on current knowledge. The information is intended as a guideline for safely managing this product, as well as its storage, processing, transport and disposal. Modifying the information or using it for other products is prohibited. Mixing, grinding and/or processing ferric(III)oxide with other products might render this information no longer entirely applicable to the new material. The user is responsible for taking the necessary precautionary measures, as well as for ensuring that the information is complete and sufficient for the safe use of this product.

Need more information?:

Detailed information is contained in the Safety Data Report: Ferric(III)oxide. This document is available on request from Reststoffenuie.

Annexe 3 : Courrier de la SNCF

DIRECTION TERRITORIALE NORD-PAS-DE-CALAIS PICARDIE

100 boulevard de Turin

Tour de Lille – 59777 Euralille

TÉL. : +33 (0)3 20 12 45 20 - FAX : +33 (0)3 20 12 45 29



Madame POULLE

DDT

Sce Environnement unité gestion des
Installations classées pour la Protection de
l'Environnement, Déchets

50 Bd de Lyon

02011 Laon Cedex

Lille, le - 5 MARS 2015

Références : D/2015/000101/00/JTRE/sjb

Affaire suivie par : Julien TREMBLAY

Objet : analyse de risque associée à la demande présentée par la société AM METHANISATION

Copie : E. Wurges EIC- Mme Fénérole CANOPY – R. CHATILLON - SNCF-DR PICARDIE

Madame,

Suite à votre sollicitation du 18 décembre 2014, concernant notre avis sur la demande présentée par la société AM METHANISATION, pour l'ouverture d'un site de production sur la commune d'ATHIES SOUS LAON, transmise par le DDT sous la référence 10306, veuillez trouver ci-dessous nos remarques sur l'analyse de risques associés.

L'analyse de risques, transmise dans le dossier, fait état du risque d'explosion dans un digesteur dont la probabilité est qualifiée de moyenne. En raison de la faible fréquentation de la voie par des trains uniquement de FRET et que seuls deux des digesteurs génèrent une surpression potentielle sur la zone de la voie ferrée me fait qualifier de faible à très faible le risque de concordance temporelle entre une explosion et une circulation ferroviaire.

D'autre part, la surpression annoncée entre 20 et 50 mbars ne génère qu'un risque faible pour les trains fret qui sont dimensionnés pour résister à des impacts plus importants en exploitation normale.

En tout état de cause, il conviendra d'associer l'établissement circulation SNCF (EIC Picardie) à la rédaction du POI (Plan d'Organisation Interne) dans lequel les éléments de cinétiques du phénomène dangereux permettant de dimensionner le type d'alerte, déterminer la durée-limite entre l'alerte et le moment où les trains pourront être arrêtés ainsi que les mesures appropriées devront être définies. Les modalités du contrôle de la voie post incident devront également être précisées.

Je vous prie d'agréer, Madame, l'expression de mes salutations les meilleures.

Directeur

François MEYER



Dossier établi en 2015



L'Isle 81210 Roquecourbe

Tel : 05 63 75 88 92

Fax : 05 63 75 60 56

contact@lartifex.fr