

# DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

## 4 – Etude de dangers

### Unité de méthanisation agricole

Département de l'Isère (38) – Commune d'Anthon - Lieu-dit « Saint Louis »



Dossier établi en 2017 avec le concours du bureau d'études



4, Rue Jean Le Rond d'Alembert - Bâtiment 5 – 1<sup>er</sup> étage - 81 000 ALBI  
Tel : 05.63.48.10.33 - Fax : 05.63.56.31.60 - [contact@lartifex.fr](mailto:contact@lartifex.fr)

# SOMMAIRE

<b>Etude de dangers .....</b>	<b>4</b>
<b>PARTIE 1 : PREAMBULE .....</b>	<b>5</b>
I. Glossaire .....	5
II. Cadre réglementaire.....	6
III. Principe de l'étude de dangers.....	7
<b>PARTIE 2 : CARACTERISATION DES DANGERS ET DES ENJEUX .....</b>	<b>9</b>
I. Description des activités et des dangers .....	10
1. Les activités à risque .....	10
2. Caractéristiques des intrants et produits .....	12
3. Potentiel de dangers liés aux équipements .....	14
4. Potentiel de dangers liés aux conditions opératoires .....	15
5. Potentiel de dangers liés au manque d'utilités .....	15
II. Détermination des éléments vulnérables du site et de son environnement.....	16
1. Milieu physique .....	16
2. Milieux naturels .....	16
3. Milieu humain .....	16
III. Inventaire des causes d'exposition au danger .....	17
1. Causes internes.....	17
2. Agresseurs externes potentiels .....	17
IV. Accidentologie et retour d'expériences .....	19
1. Inventaire des accidents de la base de données ARIA.....	19
2. Retour d'expérience sur des installations similaires (INERIS) .....	23
3. Analyse des accidents recensés .....	24
4. Conclusions et limites .....	25
V. Réduction des potentiels de dangers .....	26
1. Analyse des potentiels de dangers.....	26
2. Mesures de réduction des potentiels de dangers .....	26
<b>PARTIE 3 : ANALYSE DES RISQUES .....</b>	<b>29</b>
I. Analyse préliminaire des risques.....	30
1. Description des phénomènes dangereux.....	30
2. Tableau d'analyse des risques.....	36
3. Synthèse des scénarios d'accident.....	40
II. Méthodologie de cotation et seuils d'effets réglementaires .....	41
1. Cotation en probabilité et gravité .....	41
2. Principe de modélisation .....	42
3. Seuils d'effets réglementaires utilisés pour la modélisation des zones d'effets .....	42
III. Etude des scénarios d'accidents .....	45
1. Scénario 1 : Explosion VCE dans le digesteur en fonctionnement à vide .....	45
2. Scénario 2 : Explosion VCE dans le container de cogénération .....	49
3. Scénario 3 : Explosion UVCE suite à la ruine du gazomètre .....	53
4. Scénario 4 : Dégagement toxique suite à la ruine du gazomètre .....	58
5. Scénario 5 : Déversement de matières suite à la ruine du digesteur .....	59
6. Scénario 6 : Incendie sur la plateforme de compostage.....	60
IV. Etude des effets dominos au sein du site .....	63
V. Synthèse des évènements majeurs .....	65
<b>PARTIE 4 : MAITRISE DES RISQUES .....</b>	<b>66</b>
I. Mesures préventives.....	67
1. Organes de sécurité .....	67
2. Protection contre la foudre .....	68

3. Mesures organisationnelles .....	69
II. effets dominos avec les activités voisines .....	69
III. Mesures de protection.....	70
1. Accessibilité au site pour les secours.....	70
2. Moyens de secours internes .....	70
3. Consignes de sécurité et protection des secours .....	71
<b>PARTIE 5 : CONCLUSION DE L'ÉTUDE DE DANGERS.....</b>	<b>72</b>
<b>PARTIE 6 : BIBLIOGRAPHIE ET AUTEURS .....</b>	<b>76</b>
I. Références bibliographiques .....	76
II. Réglementation .....	76
III. Auteurs de l'étude de dangers .....	76

## **Annexes ..... 77**

### **Illustrations**

Illustration 1 : Logigramme du processus suivi pour réaliser l'étude de dangers .....	8
Illustration 2 : Synoptique de principe des activités du projet .....	11
Illustration 3 : Localisation des zones ATEX sur l'unité .....	33
Illustration 4 : Schéma de principe du phénomène d'explosion dans le digesteur à vide .....	46
Illustration 5 : Distance d'effets du scénario n°1 : Explosion VCE dans le digesteur en fonctionnement à vide pour une cible au niveau du sol.....	46
Illustration 6 : Effets de surpression pour le scénario 1 : Explosion VCE dans le digesteur en fonctionnement à vide .....	47
Illustration 7 : Distance d'effets du scénario 2 : Explosion VCE dans le container de cogénération pour une cible au niveau du sol.....	50
Illustration 8 : Effets de surpression pour le scénario 2 : Explosion VCE dans le container de cogénération .....	51
Illustration 9 : Schéma de principe du phénomène d'explosion suite à la ruine du gazomètre .....	54
Illustration 10 : Distance d'effets thermiques du scénario 3 : Explosion UVCE suite à la ruine du gazomètre pour une cible au niveau du sol .....	54
Illustration 11 : Distance d'effets du scénario 3 : Explosion UVCE suite à la ruine du gazomètre pour une cible au niveau du sol.....	55
Illustration 12 : Effets de surpression pour le scénario 3 : Explosion UVCE suite à la ruine du gazomètre .....	56
Illustration 13 : Distance d'effets thermiques du scénario 6 : Incendie sur la plateforme de compostage pour une cible de 1,8 m au-dessus du sol.....	61
Illustration 14 : Effets thermiques pour le scénario 6 : Incendie sur la plateforme de compostage.....	62
Illustration 15 : Effets dominos au sein du site .....	64
Illustration 16 : Localisation des équipements de défense incendie .....	71
Illustration 17 : Synthèse des zones d'effets de surpression.....	73
Illustration 18 : Synthèse des zones d'effets thermiques.....	74

### **Annexes**

Annexe 1 : Etude Foudre
Annexe 2 : Note de calcul de la Défense Extérieur Contre l'Incendie (DECI)
Annexe 3 : Recommandations du SDIS
Annexe 4 : Modélisation des zones d'effets d'un incendie majeur sur le site du GAEC Saint-Louis



# **ETUDE DE DANGERS**



# PARTIE 1 : 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.

<b>Aléa</b>	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.
<b>Accident</b>	Evènement non désiré qui entraîne des conséquences / des dommages sur les cibles.
<b>Barrière de sécurité / mesure de sécurité / mesure de maîtrise des risques</b>	Il s'agit de l'ensemble des éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité.
<b>Danger</b>	Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance (ammoniac, H <sub>2</sub> 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 ".
<b>Effets dominos</b>	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.
<b>Evènement initiateur</b>	Courant ou anormal, interne ou externe qui constitue une cause directe d'un phénomène dangereux.
<b>Gravité des conséquences</b>	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.
<b>Phénomène dangereux</b>	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 ".
<b>Potentiel de danger ou source de danger ou éléments dangereux</b>	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.
<b>Risque</b>	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.
<b>Vulnérabilité</b>	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).
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 générera 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 ALARP : As Low As Reasonably Practicable), le risque est alors dit maîtrisé.

La présente étude de dangers 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.

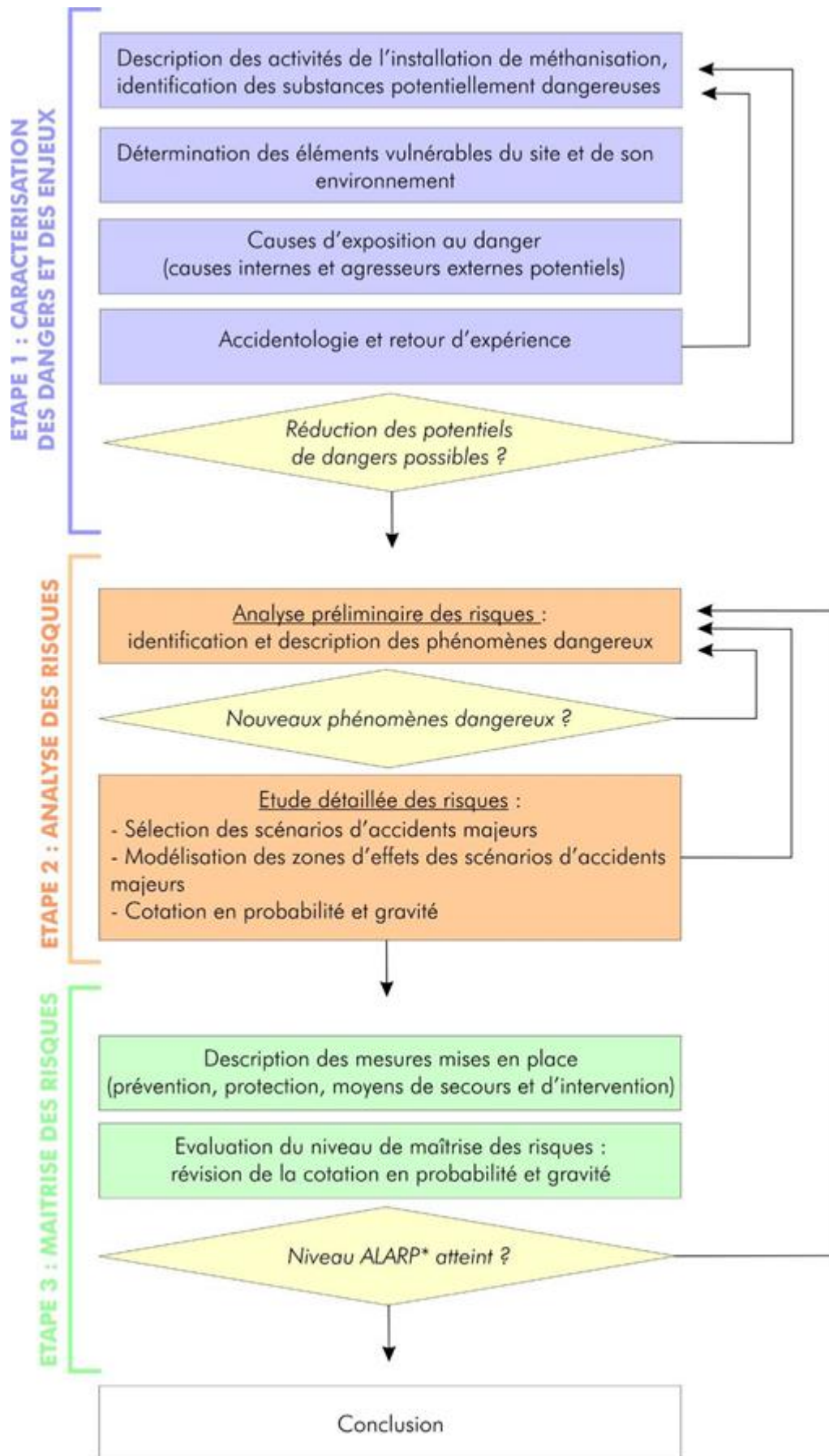
- **ETAPE 3 : Maîtrise des risques**

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.

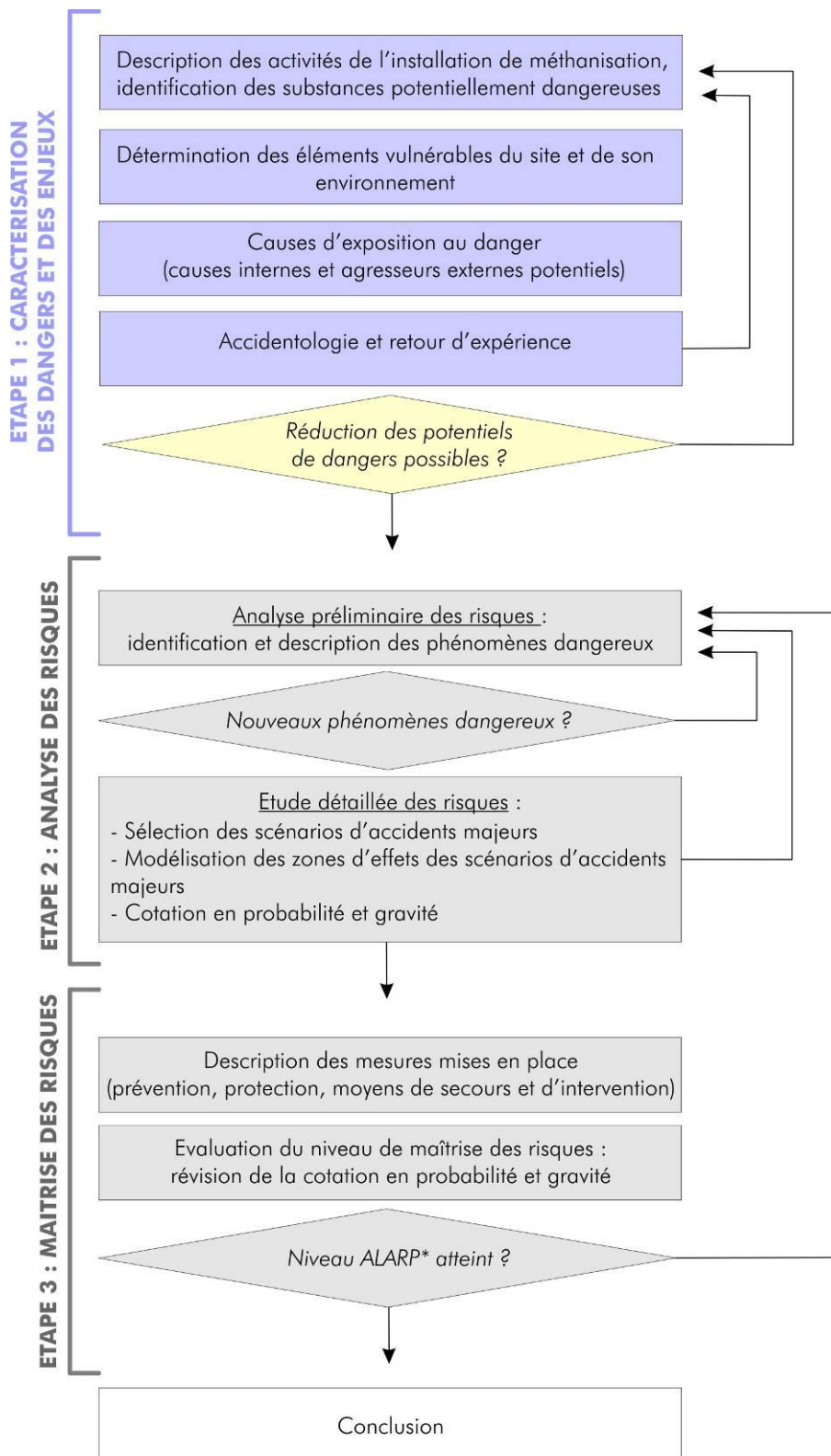
## Illustration 1 : Logigramme du processus suivi pour réaliser l'étude de dangers

Source : L'Artifex



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

# PARTIE 2 : 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 de la SAS SAINT-LOUIS ENERGIES est décrite dans le document « 2 – Lettre de demande et présentation du projet ».

L'installation se compose de plusieurs sous-ensembles :

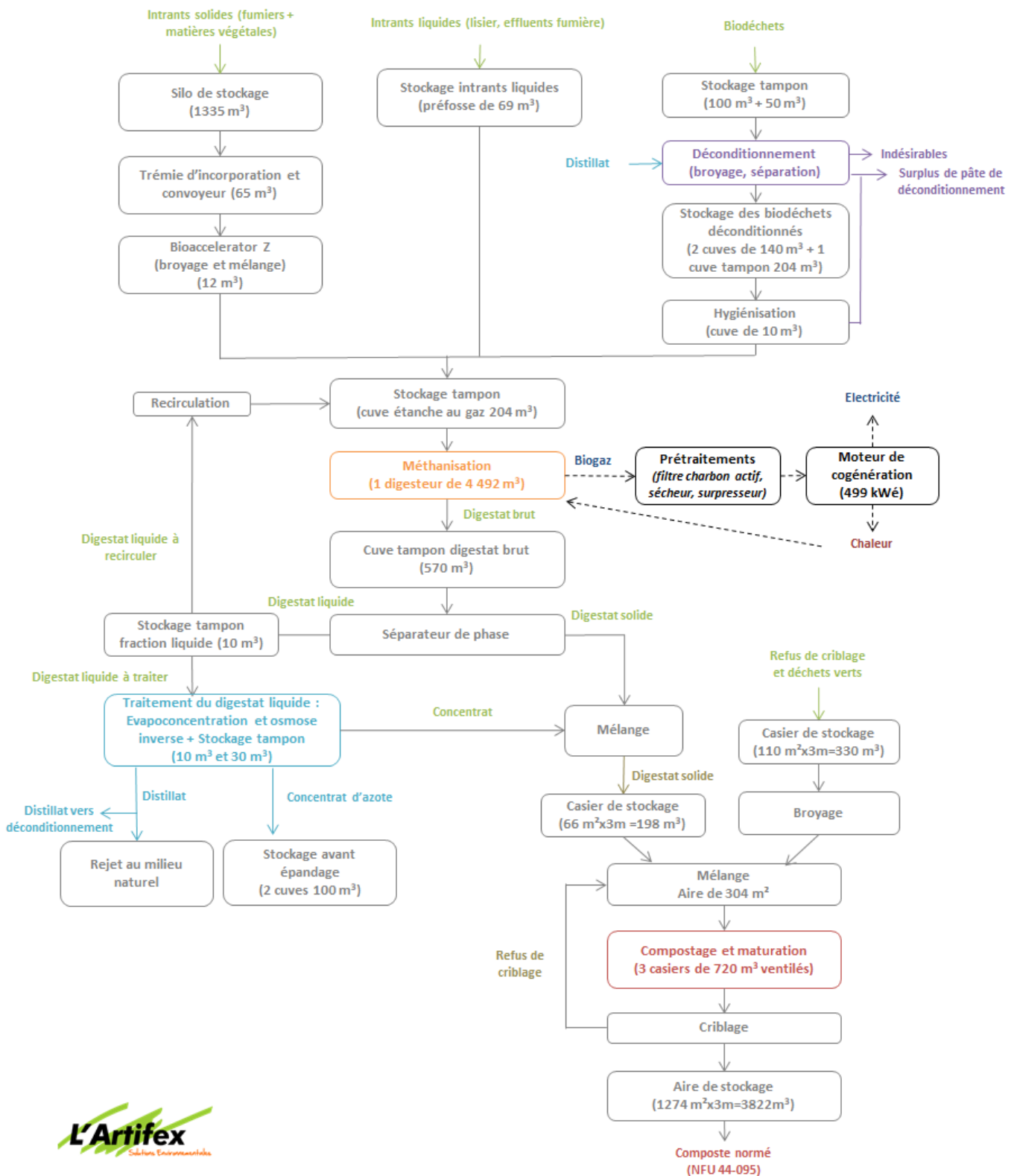
- **Réception et préparation des matières** (stockage des intrants, déconditionnement des biodéchets, hygiénisation, préparation et incorporation) ;
- **Méthanisation** (digesteur) ;
- **Valorisation du biogaz** (cogénération),
- **Traitement du digestat** (séparation de phase, traitement par évapo-concentration et osmose inverse, stockage) ;
- **Compostage** du digestat solide,
- **Systèmes de supervision et de contrôle** ;
- **Gestion des eaux.**

Ces installations sont localisées sur le plan de masse de l'installation présent dans la partie « 5 - Cartes et plans ». Le synoptique général du projet est fourni sur l'illustration suivante.



### 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, des effluents d'élevage et des biodéchets.

Les sous-produits animaux contiennent potentiellement des microorganismes pathogènes qui peuvent être à l'origine d'un danger de pollution accidentelle microbienne.

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 de pollution accidentelle microbienne ou en éléments nutritifs.**

La matière végétale peut être inflammable, principalement lorsque son taux d'humidité est faible. Ici, la matière végétale est stockée sous forme d'ensilage. La matière est compactée ce qui réduit le risque d'incendie.

Les matières végétales peuvent générer des poussières qui, en suspension dans l'air peuvent sous certaines conditions (confinement entre autres) conduire à une explosion. Elles seront stockées dans des silos couloirs extérieur. 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 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

#### 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<sub>4</sub>) entre 50 et 75%, le **dioxyde de carbone** (CO<sub>2</sub>) entre 25 et 45%, le **sulfure d'hydrogène** (H<sub>2</sub>S) à environ 2% ;
- A l'état de trace : l'ammoniac (NH<sub>3</sub>), l'azote (N<sub>2</sub>), l'hydrogène (H<sub>2</sub>), le monoxyde de carbone (CO), l'oxygène (O<sub>2</sub>), 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 subit une désulfuration par injection d'oxygène dans le gazomètre pour réduire la teneur en hydrogène sulfuré.

### **2.3.2. Caractéristiques d'explosivité**

Le biogaz contient une forte proportion de gaz combustible ( $\text{CH}_4$ ) et de gaz inerte ( $\text{CO}_2$ ). 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  $\text{CO}_2$  et de  $\text{CH}_4$ .

Les limites inférieures d'explosivité (LIE) et les limites supérieures d'explosivité (LSE) du biogaz sont données dans le tableau ci-dessous en fonction de la composition en  $\text{CH}_4$ -  $\text{CO}_2$  (INERIS, 2008) :

Composition $\text{CH}_4$ - $\text{CO}_2$ (%v/%v)	LIE (%v/v $\text{CH}_4$ )	LSE (%v/v $\text{CH}_4$ )
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  $\text{CO}_2$  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  $280 \mu\text{J}$  et une température d'auto-inflammation de  $535^\circ\text{C}$ .

**Le biogaz contient du  $\text{CH}_4$  et représente donc un danger en termes d'explosion et d'incendie.**

### **2.3.3. Caractéristiques de toxicité : l'hydrogène sulfuré ( $\text{H}_2\text{S}$ )**

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 partie 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 ( $142 \text{ mg/m}^3$ ) 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 ( $710 \text{ mg/m}^3$ ), 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 ( $1\ 420 \text{ mg/m}^3$ ), 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 :  **$150 \mu\text{g/m}^3$  en moyenne journalière et  $7 \mu\text{g/m}^3$  sur 30 minutes.**

L'ORAMIP fixe un seuil arbitraire de  **$50 \mu\text{g/m}^3$  en moyenne quart horaire.**

L'INERIS a déterminé différents seuils en matière de toxicité accidentelle pour l' $\text{H}_2\text{S}$  :

- **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 <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	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<sub>2</sub>S et présente donc un danger d'intoxication par inhalation.

## 2.4. Potentiel de dangers des substances chimiques présentes

L'acide sulfurique est un acide fort classé corrosif. Il ne représente pas de dangers de pollution, d'explosion ou d'inflammabilité.

## 3. Potentiel de dangers liés aux équipements

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

Equipements	Caractéristiques	Risques associés
Réception et stockage des intrants	Liquides en cuve fermée Solides en silos couloirs	Déversement dans le milieu naturel Rupture des cuves Risque de fermentation non contrôlé (formation d'H <sub>2</sub> S)
Digesteur avec gazomètre	Pression gazomètre : 1 à 3,5 mbar Cuve en béton avec double membrane souple Chauffage à 37-38°C Agitation	Surpression ou dépression Risque d'explosion Incendie (feu torche) Rupture de la cuve Fuite de biogaz (risque d'intoxication H <sub>2</sub> S)
Séparation de phase du digestat	Stockage tampon Presse à vis	Rupture de la cuve
Traitement du digestat liquide	Évapo-concentration sous vide à 35°C et osmose inverse (pression 40 bars)	Perte de confinement Surpression
Stockage du digestat solide	Silos couloirs	Déversement dans le milieu naturel
Compostage du digestat	Aire bétonnée Aération	Déversement dans le milieu naturel Montée en température (incendie)
Puits de condensat	Équipement pour assécher le biogaz Garde hydraulique	Fuite de biogaz (risque d'intoxication H <sub>2</sub> S et risque d'explosion)
Moteur de cogénération	Moteur à gaz en container	Risque d'explosion Fuite de biogaz (risque d'intoxication H <sub>2</sub> S)
Torchère	Température à environ 850°C	Risque d'explosion Fuite de biogaz (risque d'intoxication H <sub>2</sub> S)
Canalisations matières	Matières : PEHD Diamètre 150 à 200 mm	Fuite et déversement dans le milieu naturel
Canalisations biogaz	Biogaz : PEHD ou acier inoxydable Diamètre 150 à 300 mm	Fuite de biogaz (risque d'intoxication H <sub>2</sub> S) Incendie (feu torche)
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,
- 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,
- l'incendie.

#### 4. Potentiel 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 anaérobie 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 et 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. Potentiel 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 (onduleurs sur la supervision et la télégestion). Un **groupe électrogène** pourra prendre le relais et alimenter les équipements de sécurité (torchère, alarmes...).

Le réseau de distribution 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 et le lavage et désinfection des camions. 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 document « 3 - 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**

Le projet se situe à environ 2 km de la confluence du Rhône et de l'Ain. Il n'y a pas de cours d'eau dans le secteur du projet. Les eaux superficielles ne sont donc pas un vecteur de transfert de pollution.

L'aquifère des Couloirs de l'Est Lyonnais est sous-jacent au site d'implantation du projet. La nappe est profonde (de l'ordre de 30 m). Cet aquifère est suffisamment profond au droit du site pour ne pas présenter de vulnérabilité particulière vis-à-vis d'une éventuelle pollution suite à un déversement accidentel en surface.

Aucun captage d'eau potable n'est en relation avec le projet (hors périmètre de protection). La pollution de l'eau utilisée pour l'alimentation en eau potable est donc peu probable.

Le sol représente un vecteur de transfert des polluants vers les eaux superficielles ou souterraines.

### **2. Milieus naturels**

Le site du projet ne présente pas d'enjeux particuliers vis-à-vis de la faune et de la flore.

### **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.

Aucune infrastructure sensible (hôpital, école, maison de retraite) n'est présente dans le secteur du projet.

Le site du projet se trouve dans une zone rurale ou périurbaine à vocation agricole (grandes cultures de céréales principalement). Le site est éloigné des bourgs (1 km de Chavanoz et d'Anthon). Il se situe dans la continuité de la ferme Saint-Louis qui regroupe quelques habitations. L'habitation la plus proche se situe à 80 m environ.

A proximité du site, on retrouve les activités suivantes :

- Le GAEC Saint-Louis a une activité d'élevage engraisseur bovin. Il est l'actuel gestionnaire des parcelles agricoles, du bâti d'élevage et des hangars de stockage agricoles présent aux abords et sur le site.
- La plateforme de compostage des Garennes traite les déchets verts et boues de station d'épuration. Cette plateforme est exploitée par la société Confluence Amendements.
- La plateforme de compostage Grandes Forêts exploitée par Valterra Environnement traite uniquement des déchets verts.



### 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

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 la RD 55. Le projet est éloigné de la RD 55 et est séparé de la route par des bâtiments d'élevage et des habitations.

Il n'y a pas de sites SEVESO à proximité du projet pouvant engendrer des effets sur l'unité de méthanisation.

Trois Installations Classées pour la Protection de l'Environnement se trouvent à proximité du site. Il s'agit du GAEC Saint-Louis, de la Plateforme de compostage des Garennes et de la Plateforme de compostage Grandes Forêts.

Les plateformes de compostage représentent un risque d'incendie. Elles sont suffisamment éloignées du projet pour ne pas engendrer d'effets dominos sur le projet (environ 160 m).

Les bâtiments du GAEC Saint-Louis sont à proximité immédiate du projet :

- le bâtiment de stockage de paille se situe à environ 70 m des infrastructures du projet. Il représente un risque d'incendie,
- la cuve de stockage de fioul est à environ 100 m des infrastructures du projet. Elle représente un risque d'explosion et d'incendie.

Les effets d'un incendie du stockage de paille et de la cuve de stockage de fioul ont été modélisés en Annexe 4. Les distances d'effets restent inférieures à 20 m. Ces 2 équipements sont suffisamment éloignés du projet d'unité de méthanisation pour ne pas engendrer d'effets dominos.

##### 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

L'aléa inondation par remontée de nappe et l'aléa retrait/gonflement des argiles sont pris en compte lors des **études géotechniques** :

- une mission G12 d'étude géotechnique d'avant-projet ;
- une mission G2 d'étude géotechnique de projet ;

- des missions G3 (étude et suivi géotechniques d'exécution) et G4 (supervision géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours d'exécution ou après réceptions des ouvrages.

Le risque sismique est modéré.

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 container de l'unité de cogénération sont chauffés (et climatisés) pour maintenir une température moyenne, les pompes sont maintenues 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, le déversement de matières dans l'environnement. Ces accidents sont survenus sur des installations 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 2017.

#### 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 dans une station d'épuration	Casse de la vanne de chasse de fond du digesteur	Libération de 2,3 t de biogaz à l'atmosphère	Collecte et traitement des eaux usées	N°47989 19/04/2016 France, Maisons-Laffitte (78)
Fuite de biogaz dans une usine agroalimentaire	Fuite sur une vanne lors du lavage	Mise en sécurité des équipements	Fabrication de sucre	N°47799 10/03/2016 France, Artenay (45)
Rejet de biogaz dans une station d'épuration	Coupure électrique, arrêt des équipements de traitement et de valorisation	Soupapes des digesteurs libèrent 3,9 t de biogaz.	Collecte et traitement des eaux usées	N°47812 27/02/2016 France, Triel-sur-Seine (78)
Endommagement de la bâche d'une cuve de stockage de digestat par vents violents	La bâche recouvrant une cuve de stockage de digestat se déchire par vents violents.	Absence d'émissions de biogaz, pas d'épandage de liquide.	Méthanisation	N°47764 15/02/2016 France, Benet (85)
Rejet de biogaz dans une station d'épuration	Dysfonctionnement sur analyseur d'oxygène dans un digesteur	Soupapes des digesteurs libèrent 1,18 t de biogaz.	Collecte et traitement des eaux usées	N°47809 13/02/2016 France, Triel-sur-Seine (78)
Rejet de biogaz suite au gel dans une station d'épuration	Gel des vannes d'alimentation de la torchère	Soupapes des digesteurs libèrent 14,5 t + 4,34 t + 0,827 t de biogaz.	Collecte et traitement des eaux usées	N°47808 21/01/2016 N°47807 20/01/2016 N°47805 19/01/2016 France, Triel-sur-Seine (78)
Fuite de biogaz sur une canalisation enterrée	Un joint desserré sur une conduite de refoulement, arrêts et	Fuite de biogaz au niveau du sol	Collecte et traitement des eaux usées	N°44748 30/10/2013

Accident/Incident	Causes	Conséquences	Type d'activité	Recensement base ARIA
	redémarrages fréquents suite à une précédente fuite (ARIA N°44662)			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 <sup>3</sup> de biogaz suite à la fuite + 18 500 m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> 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 évènement de surpression d'un digesteur	Blocage de l'évènement en position ouverte	Rejet de méthane et de boues	Collecte et traitement des eaux usées	N°42923 18/10/2012 France, Maxeville (54)
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 (délutage)	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 <sup>3</sup> 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-digesteur	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 (délutage)	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 dans une usine de méthanisation	Causes non connues, peut-être lié à des travaux	Explosion suivi d'un incendie sur l'isolant de la cuve et la couverture plastique. Fuite du lisier dans la nature.	Traitement et élimination des déchets non dangereux	N°46329 05/03/2015 France, Tournans (25)
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 réagi 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)
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 boudruche en descente et mise en dépression (entrée d'air par les joints)	Destruction de la boudruche tampon de 10 m <sup>3</sup> 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)



## 1.6. Déconditionnement de biodéchets

Un seul accident a été recensé pour l'activité de déconditionnement de déchets (recherche avec le mot-clé « déconditionnement »).

Accident/Incident	Causes	Conséquences	Type d'activité	Recensement base ARIA
Incendie dans un atelier de déconditionnement de déchets liquides	Inconnues	Pas de pollution, eaux d'extinction maintenues sur le site	Récupération de déchets triés	N°11858 03/01/1997 France, Triel-sur-Seine (78)

## 1.7. Compostage

La recherche avec le mot clé « compostage » fait ressortir 117 accidents en France. Les phénomènes dangereux observés sont principalement :

- l'incendie (104 occurrences),
- l'explosion (3 occurrences),
- le rejet de matières dangereuses, polluantes (39 occurrences).

Les accidents concernent majoritairement le secteur d'activité de l'assainissement et de la gestion des déchets. Les conséquences sont principalement économiques (dégâts matériels) et environnementales (pollutions). Un évènement est lié au rejet d'hydrogène sulfuré et implique le décès de 2 personnes.

## 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. 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
Suppression 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
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 ;
- Conditions météorologiques (gel),
- 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,
- la protection des équipements contre le gel.

#### 3.2. Accidents relatifs à l'hydrogène sulfuré

##### 3.2.1. Analyse des causes

La production de H<sub>2</sub>S 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<sub>2</sub>S 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<sub>2</sub>S.

##### 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<sub>2</sub>S 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).

### 3.3. Accidents relatifs au déconditionnement des biodéchets

Il s'avère que l'accidentologie pour l'activité de déconditionnement des biodéchets ne révèle qu'un seul accident. Cette activité n'est donc pas source de risques majeurs.

### 3.4. Accidents relatifs au compostage

#### 3.4.1. Analyse des causes

Les causes ne sont pas toujours connues. Parmi les événements à retenir, il faut noter :

- La mauvaise fermentation des matières, créant un échauffement puis un incendie sur la zone de stockage du compost ou de matières sèches de type déchets verts,
- Un acte de malveillance ou une intrusion sur site (trace de dégradation de clôture...).

La présence du vent accroît dans de nombreux cas la dissémination du feu. Celui-ci peut alors se propager à d'autres stocks de déchets proches, ou aux bâtiments attenants.

#### 3.4.2. Analyse des conséquences

Les conséquences peuvent concerner des dommages matériels, s'il y a propagation du feu sur le site. Il peut également y avoir des dommages sur l'environnement, dans le cas où le bassin de rétention des eaux de sinistre n'est pas suffisamment bien dimensionné. En effet, dans certains cas, il y a débordement des eaux vers le milieu naturel.

#### 3.4.3. Mesures à mettre en place

Une attention particulière doit être donnée à la surveillance de la zone de compostage. En effet, dans de nombreux cas l'incendie peut être maîtrisé rapidement s'il est découvert assez tôt. De plus, les conditions de compostage doivent être contrôlées (températures, ...), ce qui permet une bonne maîtrise du procédé. Ainsi, le déclenchement d'un incendie dû à un échauffement de la température du compost peut être évité.

## 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,
- l'explosion à l'air libre par inflammation d'une ATEX formée par le biogaz suite à une perte de confinement,
- le dégagement toxique,
- l'incendie,
- l'inflammation d'une fuite de biogaz (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'acide sulfurique. Il n'y a pas de substitution possible. Les quantités utilisées sont faibles.

Le biogaz 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 le moteur de cogénération et la torchère.

Dans la mesure du possible, les canalisations de biogaz 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 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.

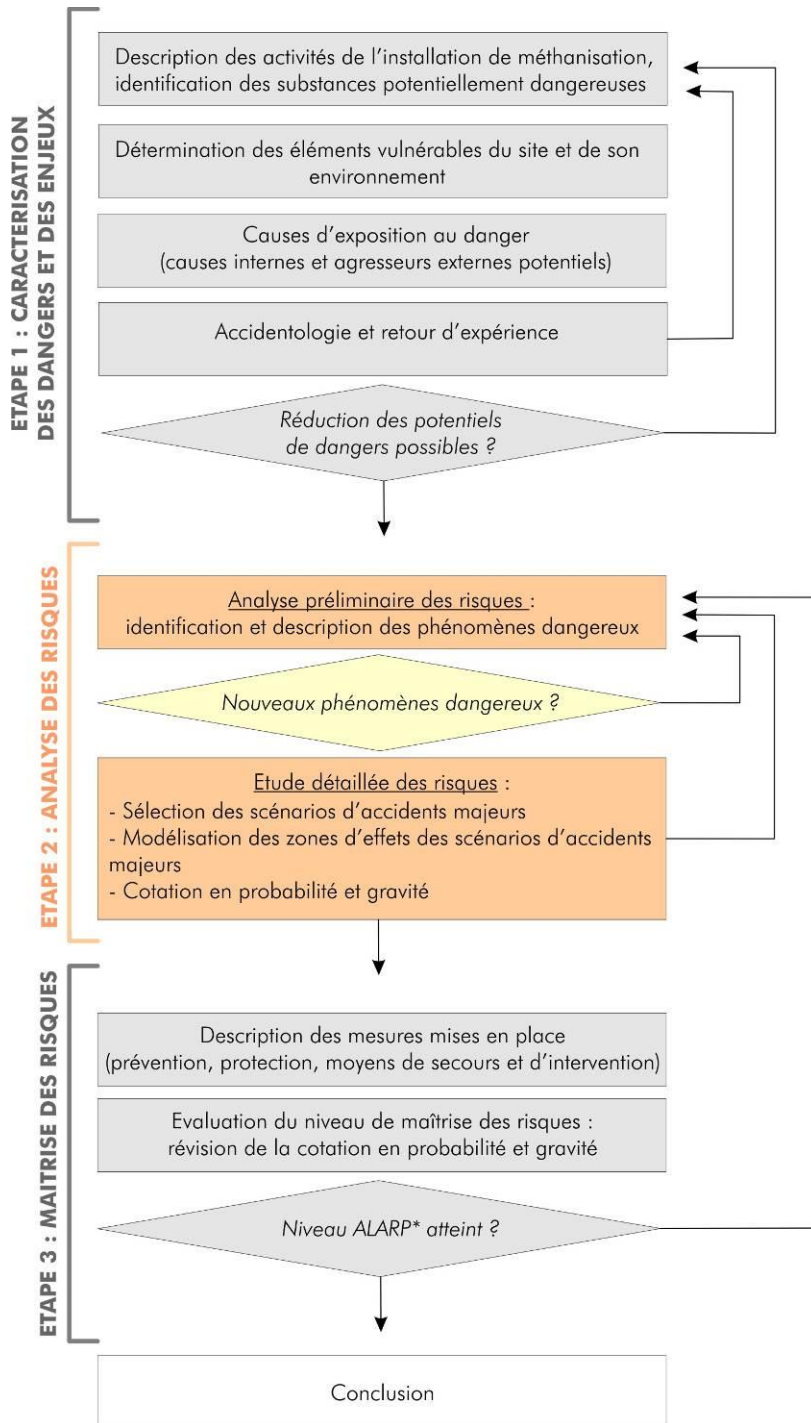
Mesures issues de l'accidentologie	Application à l'unité
<i>Plan d'intervention pour les travaux à l'intérieur des installations de stockage de biogaz</i>	Toute intervention sur le site est soumise à la délivrance d'un permis de feu. Cette procédure permet d'éviter l'inflammation d'une ATEX par apport d'une source d'ignition.
<i>Events d'explosion ou membrane souple sur le digesteur en béton</i>	Le digesteur est équipé 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 container du moteur de cogénération est équipé 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 selon 2 seuils de détection définit ci-dessous : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Premier seuil à 20% de la LIE : la ventilation est forcée à 100%,</li> <li>- Deuxième seuil à 40% de la LIE : la ventilation est forcée à 100% et l'électricité du local est coupée.</li> </ul>
<i>Rétention autour du digesteur et de la cuve de stockage</i>	Le digesteur et les cuves sont équipés d'un bassin de rétention étanche. Le volume de la rétention est supérieur au volume de la plus grosse cuve.
<i>Procédure de fermeture de la vanne du bassin d'orage</i>	Une vanne de confinement se situe en sortie du bassin des eaux pluviales pour éviter le rejet d'eaux polluées dans le milieu naturel. Ainsi, en cas d'incendie ou de pollution, les eaux d'extinction ou les matières sont contenues dans le bassin de rétention. Une procédure est définie à l'intention du personnel sur le fonctionnement de ces vannes.
<i>Contrôle des intrants pour éviter une incompatibilité chimique et l'introduction de matières non dégradables</i>	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...). L'admission des intrants est détaillée dans le document « 2 - Lettre de demande et présentation du projet »
<i>Brassage des matières dans le digesteur pour éviter la formation de croûte</i>	Le digesteur est muni de plusieurs agitateurs afin d'assurer un mélange homogène des matières.

Mesures issues de l'accidentologie	Application à l'unité
<i>Formation du personnel aux risques de dégagement toxique</i>	Le personnel de l'installation sera formé aux risques présents sur le site, et en particulier au risque de dégagement toxique.
<i>Fermeture du couvercle des cuves de stockage des intrants pour éviter de dégagement toxique</i>	Les intrants liquides sont stockés dans des cuves fermées. 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. Les durées de stockage sont réduites et les matières sont retournées pour éviter un départ de fermentation.
<i>Localisation des soupapes de sécurité en dehors des lieux de passage</i>	Les soupapes de sécurité sont positionnées sur le digesteur, éloignées des zones de passage. Les soupapes sont clairement identifiées.
<i>Dispositif antigel sur les soupapes de sécurité</i>	Les soupapes de sécurité sont équipées d'un système antigel.
<i>Système de fixation de la membrane souple des digesteurs muni d'un système de sécurité pour éviter son envol</i>	La double membrane du digesteur est fixée sur le haut des éléments en béton.



# PARTIE 3 : 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 au maximum des cibles potentielles. 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.



## 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

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

## 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<sub>2</sub>S),
- 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



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 ».*

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

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/m<sup>3</sup>). 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.

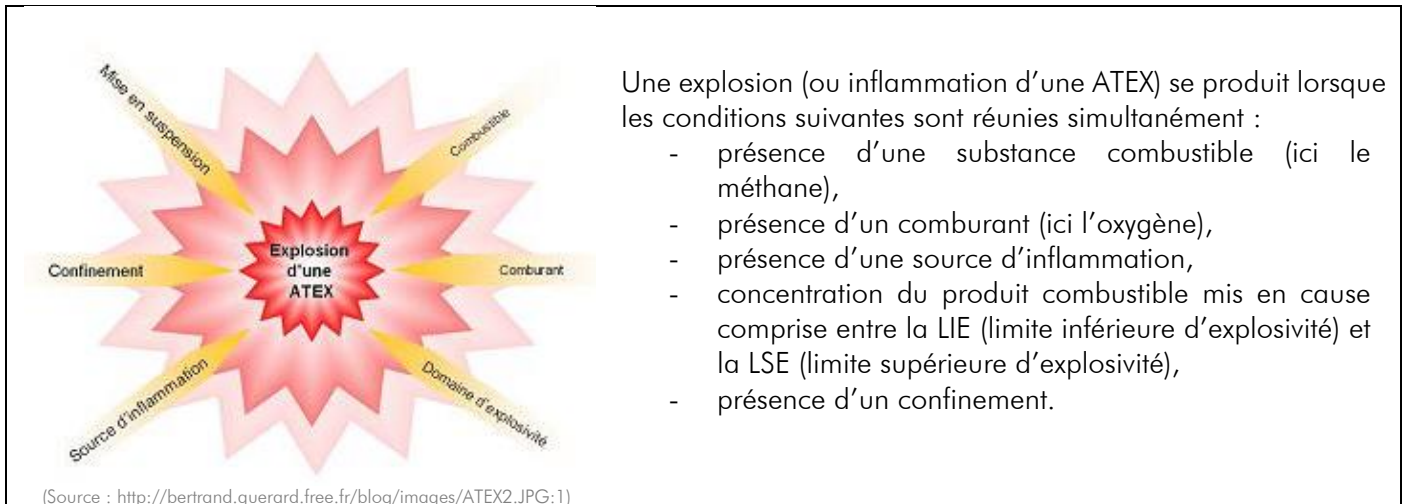
Atmosphère explosive	Zone gaz / vapeur	Zone poussières
<i>Permanente, en fonctionnement normal</i>	0	20
<i>Occasionnelle, en fonctionnement normal</i>	1	21
<i>Accidentelle, en cas de dysfonctionnement</i>	2	22

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

Les zones ATEX sur le site de méthanisation ont été déterminées par le constructeur. Elles sont localisées sur l'illustration suivante.

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

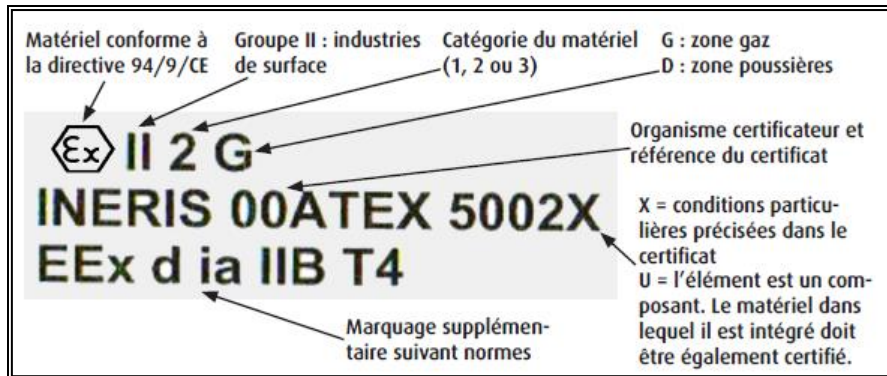
Zone 0	Zone 1	Zone 2
Aucune	Aucune	<b>Gazomètre</b> : enveloppe de 4 m à l'extérieur de la membrane au niveau des points de rupture <b>Soupape</b> : enveloppe de 4 m autour des soupapes de sécurité <b>Puits à condensats</b> : enveloppe de 1 m au-dessus du puits <b>Torchère</b> : enveloppe de 1 m

#### 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 :

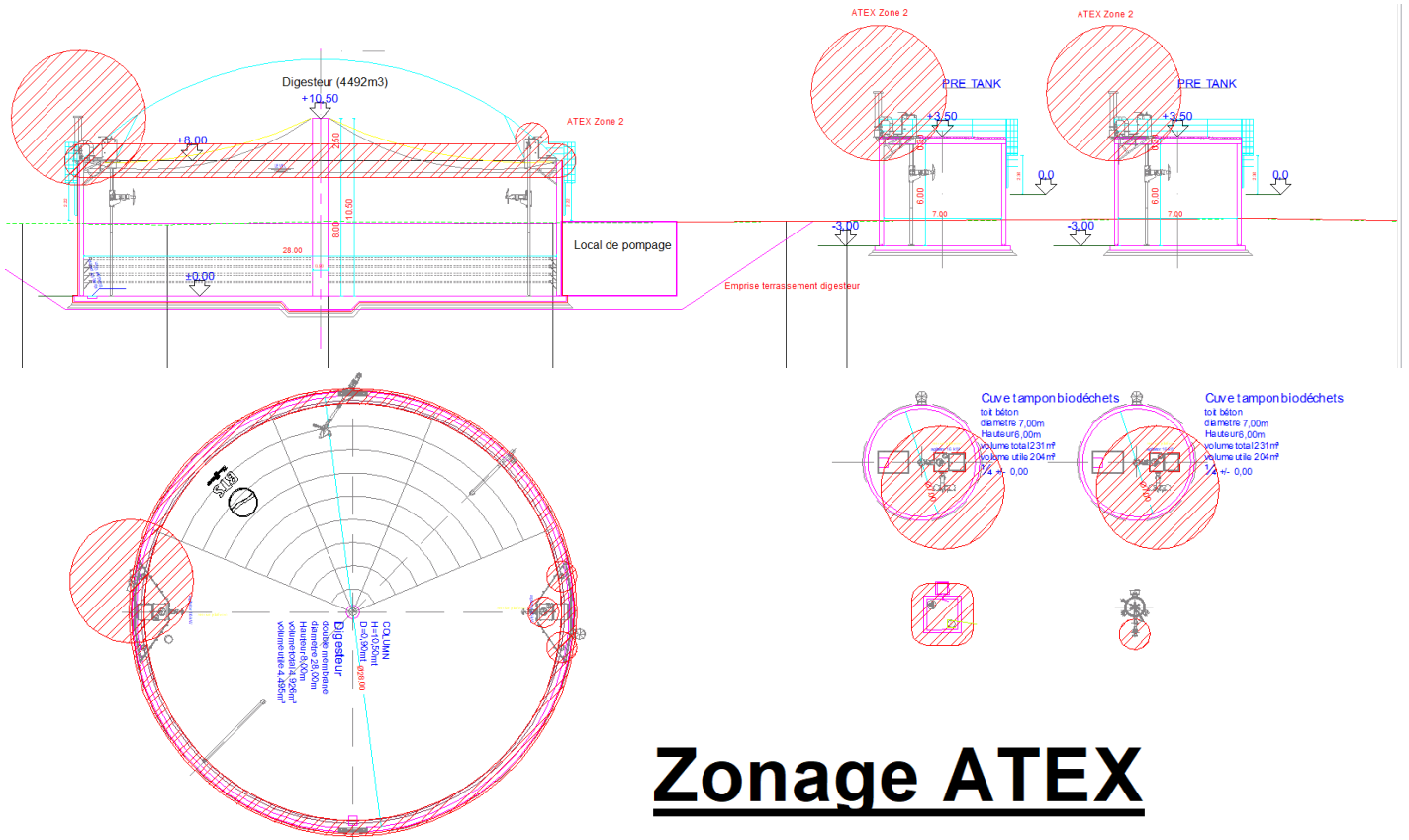


Les zones ATEX présentes sur l'installation seront identifiées et plusieurs panneaux d'interdiction seront mis en évidence.



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

Illustration 3 : Localisation des zones ATEX sur l'unité



# Zonage ATEX

### 1.1.6. Cinétique de l'explosion de gaz

L'explosion d'un nuage de gaz correspond à l'inflammation du nuage. Ainsi, la cinétique de réaction est fonction de la vitesse de propagation des flammes.

La vitesse de propagation des flammes dépend de la densité d'obstacle, du degré de confinement, de la forme du nuage, de l'énergie de la source d'inflammation... Selon l'INERIS, la vitesse de flamme varie d'un facteur 10 selon que le biogaz est au repos (0,3 à 0,4 m/s) ou en phase turbulente (3 à 4 m/s).

La cinétique des phénomènes d'explosion de biogaz est donc rapide.

## 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

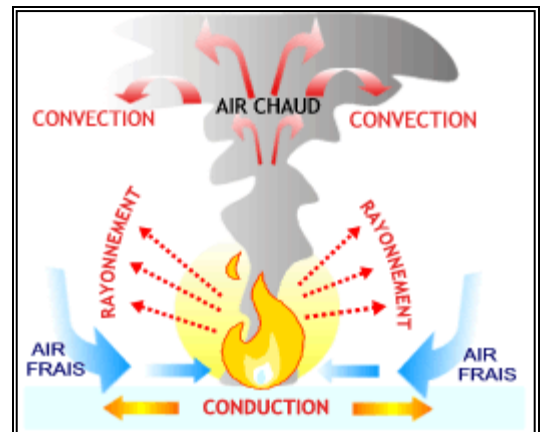


Pour qu'un incendie se déclare, il faut la présence des trois éléments simultanément :

- 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). 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'extinction**

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).

### **1.3.4. Cinétique de réaction**

Comme pour l'explosion, le feu torche aura une cinétique de réaction rapide liée à l'inflammation du biogaz.

## **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 <sub>2</sub> S	320	SEI – 1 min
CO	1 200	IDHL
CO <sub>2</sub>	40 000	IDHL

La cinétique de dispersion atmosphérique est fonction de l'évolution du nuage toxique dans l'atmosphère : densité du nuage par rapport à l'air, les conditions de rejet (durée, hauteur, dilution du nuage...), les conditions météorologiques, les obstacles... La cinétique de réaction est qualifiée de lente.

## **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 participent 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.

La pollution par le déversement de matière a une cinétique lente.



## 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 SAS SAINT-LOUIS ENERGIES. 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 :

- Réception et préparation des matières (stockage des intrants, déconditionnement des biodéchets, hygiénisation, préparation et incorporation) ;
- Méthanisation (digesteur) ;
- Valorisation du biogaz (cogénération),
- Traitement du digestat (séparation de phase, traitement par évapo-concentration et osmose inverse, stockage) ;
- Compostage du digestat solide,
- Gestion des eaux.

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<sub>2</sub>S,
- 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 et préparation des matières premières	Réception es intrants et stockage, déconditionnement des biodéchets et hygiénisation des biodéchets	Apport de matières indésirables et passage dans le procédé	Mauvais contrôle des intrants Non respect du cahier des charges	DEVERSEMENT DE MATIERES	Eau Sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>Contrôle des matières lors de la collecte et lors de leur réception sur le site par le personnel,</li> <li>Stockages équipés de rétention,</li> <li>BioacceleratorZ : les matières indésirables lourdes sont séparées des intrants mélangés.</li> </ul>	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 des cuves Rupture d'un tuyau de transfert Epanchage accidentel			<ul style="list-style-type: none"> <li>Contrôle du débit d'entrée et de sortie,</li> <li>Maintenance des équipements,</li> <li>Aires de dépotage et d'empotage spécifiques avec récupération des épandages accidentels,</li> <li>Rétention,</li> <li>Voirie maintenue propre.</li> </ul>		
		Dégagement de biogaz à l'intérieur des stocks	Fermentation naturelle non contrôlée	EXPLOSION VCE (confiné)	Humain Eau Sol Air	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les durées de stockages sont réduites pour éviter la perte du potentiel méthanogène des intrants,</li> <li>Les matières sont agitées/retournées,</li> <li>Les matières liquides sont stockées dans des cuves fermées,</li> <li>La cuve de stockage tampon des intrants avant méthanisation est étanche au gaz,</li> <li>La réception des matières solide se fait en extérieur (ventilation naturelle).</li> </ul>	Les conditions d'exploitation ne sont pas favorables à l'établissement d'une fermentation non contrôlée dans les stockages. Les durées de stockage sont réduites.  Ce scénario n'est donc pas retenu pour la suite de l'étude.	NON
		Formation d'H <sub>2</sub> S	Fermentation naturelle non contrôlée	DEGAGEMENT TOXIQUE	Humain Air	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les durées de stockages sont réduites et ne laissent pas le temps à la mise en place des conditions anaérobie,</li> <li>La cuve de stockage tampon des intrants avant méthanisation est étanche au gaz.</li> </ul>	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'H <sub>2</sub> S.  Ce scénario n'est pas majeur. Il n'est pas retenu pour la suite de l'étude.	NON
Incompatibilité chimique entre les matières	Mauvais contrôle des intrants	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contrôle des intrants, respect du cahier des charges,</li> <li>Pas de modification des intrants sans vérification préalable de compatibilité,</li> <li>Absence d'incompatibilité entre les intrants autorisés,</li> <li>EPI (équipement de protection individuelle).</li> </ul>						
Méthanisation	1 digesteur de 4 492 m <sup>3</sup> utile (cuve en béton semi-enterrée)  Gazomètre de 1 760 m <sup>3</sup> (double membrane souple, en toiture du digesteur)	Dégagement de biogaz à l'intérieur du 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dispositifs d'affichage : interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue, d'entrer sans motif de service...</li> <li>Identification des zones ATEX,</li> <li>Procédure de maintenance fournie par le constructeur,</li> <li>Maintenance réalisée par des professionnels spécialisés (détection de biogaz avant intervention, utilisation de matériel ATEX, ...),</li> <li>Maintenance et vérification périodique des soupapes,</li> <li>Soupapes munies d'un dispositif antigel,</li> <li>Capteur de basse pression pour stopper la consommation en gaz (éviter la formation du vide dans le digesteur) et capteur de pression haute,</li> <li>Inertage du ciel gazeux à l'azote avant maintenance,</li> <li>La double membrane forme un événement d'explosion,</li> <li>Présence d'une rétention étanche,</li> <li>EPI.</li> </ul>	La zone explosive 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 du 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 le 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  <b>Scénario 1 : Explosion VCE dans le digesteur en fonctionnement à vide</b>

	Particularités de l'installation	Phénomène redouté	Causes	Phénomènes dangereux	Milieu impacté	Mesures mises en place	Analyse	Scénario retenu ?
Méthanisation	1 digesteur de 4 492 m <sup>3</sup> utile (cuve en béton semi-enterrée)  Gazomètre de 1 760 m <sup>3</sup> (double membrane souple, en toiture du digesteur)	Perte d'étanchéité de la membrane et dégagement de biogaz dans l'espace intermembranaire	Usure, corrosion, poinçonnement	EXPLOSION VCE (confiné)	Humain Eau Sol Air	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matériel ATEX,</li> <li>Mesure de l'O<sub>2</sub> en continu dans les gaz de sortie,</li> <li>Soupapes avec dispositif antigel,</li> <li>Absence de toit et donc d'espace supérieur confiné,</li> <li>Maintenance et contrôle régulier de la double membrane.</li> </ul>	La mesure d'O <sub>2</sub> est réalisée dans le cadre du procédé : la réaction de méthanisation se déroule en milieu anaérobie (sans O <sub>2</sub> ), la détection d'O <sub>2</sub> dans les gaz de sortie révèle une défaillance dans l'étanchéité du digesteur. La zone explosive formée en espace membranaire ne représente qu'un faible volume en comparaison avec le volume total de la cuve. Ce scénario n'est pas majeur par rapport au précédent. Il n'est pas retenu.	NON
		Dégagement de biogaz à l'air libre par perforation de la double membrane	Usure, corrosion, poinçonnement, collision	EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	Humain Eau Sol Air	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le gazomètre est muni d'une double membrane, résistante aux intempéries,</li> <li>Membrane supérieure résistante aux chocs et perforations,</li> <li>Maintenance et contrôle régulier de la double membrane.</li> </ul>	La quantité de biogaz contenue dans le gazomètre peut engendrer d'importantes zones explosives lors de leur libération dans l'atmosphère. Ainsi, conformément au rapport de l'INERIS, l'explosion à l'air libre suite à la ruine du gazomètre est retenue.	OUI  Scénario 3 : Explosion UVCE suite à la ruine du gazomètre
		Dégagement de biogaz à l'air libre par envol de la double membrane	Mauvaise fixation, vent fort			<ul style="list-style-type: none"> <li>La double membrane est fixée aux parois par un système conçu pour résister aux intempéries,</li> <li>Maintenance et contrôle régulier du système de fixation,</li> <li>Système de fixation adapté aux conditions météorologiques locales.</li> </ul>		
		Dégagement de biogaz à l'air libre par ruine du gazomètre	Surpression interne			<ul style="list-style-type: none"> <li>Capteur de pression avec détection pression haute,</li> <li>Soupapes avec dispositif antigel,</li> <li>Maintenance.</li> </ul>		
		Ruine du gazomètre	Surpression interne			<ul style="list-style-type: none"> <li>Capteur de pression avec détection pression haute,</li> <li>Soupapes avec dispositif antigel,</li> <li>Maintenance,</li> <li>Désulfuration par injection d'air dans le digesteur (réduction de la teneur en H<sub>2</sub>S dans le biogaz brut à 250 ppm).</li> </ul>		
		Ruine du digesteur	Usure, défaut de construction  Surpression interne (Bouchage des canalisations en sortie, Soupape défaillante, Arrêt du brassage et formation d'une croûte en surface)	DEVERSEMENT DE MATIERES	Eau Sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soupapes avec dispositif antigel et avec plan de maintenance,</li> <li>Capteur de pression avec détection pression haute,</li> <li>La double membrane forme un événement d'explosion,</li> <li>Agitation.</li> </ul>	La ruine du 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 5 : Déversement de matières suite à la ruine du digesteur
		Vidange du digesteur	Malveillance ou défaillance de la vanne			<ul style="list-style-type: none"> <li>Verrouillage de la vanne,</li> <li>Affichage et procédure d'ouverture de la vanne,</li> <li>Maintenance,</li> <li>Bassin de rétention étanche.</li> </ul>	Les matières seraient contenues dans le bassin de rétention. Ce scénario n'est pas retenu.	NON
		Débordement du digesteur avec possible rupture de la membrane	Sur-remplissage (bouchage canalisation, débit d'entrée trop important)			<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure du niveau des débits d'entrée et de sortie avec l'asservissement à l'introduction d'intrants,</li> <li>Bassin de rétention étanche.</li> </ul>	Les matières seraient contenues dans le bassin de rétention étanche. Ce scénario n'est pas retenu.	NON
Canalisations transportant les matières (intrants, digestat)	Canalisations en PEHD	Rupture d'une canalisation	Agression externe, travaux Erreur opératoire Perte d'étanchéité	DEVERSEMENT DE MATIERES	Eau Sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bassin de rétention étanche,</li> <li>Canalisations hors-gel,</li> <li>Vanne de coupure,</li> <li>Essais préalables (tests à l'épreuve au niveau des raccords),</li> <li>Capteur de pression permettant de détecter une chute de pression anormale dans la canalisation.</li> </ul>	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

	Particularités de l'installation	Phénomène redouté	Causes	Phénomènes dangereux	Milieu impacté	Mesures mises en place	Analyse	Scénario retenu ?
Canalisations transportant le biogaz	Canalisations aériennes en acier inoxydable et canalisations enterrées en PEHD	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canalisations majoritairement enterrées,</li> <li>• Consignes de travaux,</li> <li>• Pressostat,</li> <li>• Instrumentation ATEX,</li> <li>• Maintenance préventive,</li> <li>• Canalisations hors-gel,</li> <li>• Manchons antivibratiles,</li> <li>• Vannes de coupure automatique,</li> <li>• Consignes d'intervention par point chaud,</li> <li>• Injection d'air pour réduire la teneur en H<sub>2</sub>S dans le biogaz brut.</li> </ul>	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 explosive, d'un feu torche ou d'un dégagement toxique. Les effets d'une rupture guillotine sont étudiés dans le rapport de l'INERIS. Les canalisations de biogaz sont majoritairement enterrées. Il existe une canalisation aérienne entre le gazomètre (toiture du digesteur) et le sol. Cette canalisation est contre le digesteur, une rupture guillotine est très improbable. De plus, les volumes de biogaz rejetés par une fuite sont moindres que ceux impliqués dans le cas de la ruine du digesteur. Ce scénario n'est pas retenu.	NON
		Rupture guillotine sur une canalisation à l'extérieur	Agression externe, travaux Erreur opératoire Perte d'étanchéité	DEGAGEMENT TOXIQUE	Air Humain			
		Rupture guillotine en espace confiné	Agression externe, travaux Erreur opératoire Perte d'étanchéité	EXPLOSION VCE (confiné)	Humain Eau Air Sol			
Traitement du digestat	Séparation de phase (presse à vis), Evapo-concentration et osmose inverse, stockages tampons	Ruine des stockages tampons	Sur-remplissage Fissuration de la cuve	DEVERSEMENT DE MATIERES	Eau Sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Séparation de phase au niveau de la zone de stockage,</li> <li>• Cuves tampons sur rétentions.</li> </ul>	Les volumes des stockages tampon sont faibles. Le traitement du digestat a lieu en bâtiment. Ce scénario n'est pas retenu.	NON
Compostage du digestat solide	Fermentation en casier aéré	Départ de feu	Montée en température incontrôlée	INCENDIE	Humain Eau Air Sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi de la température pendant le compostage,</li> <li>• Contrôle de la ventilation,</li> <li>• Réserve incendie.</li> </ul>	Les quantités de matières en compostage sont importante. La montée en température observée pendant la fermentation peut devenir une source d'ignition. Ce scénario est retenu.	OUI <b>Scénario 6 : Incendie sur la plateforme de compostage</b>
		Stockage du compost sur plateforme	Déversement de matières en dehors des stockages	Epandage accidentel	DEVERSEMENT DE MATIERES	Eau Sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stockage en andain,</li> <li>• Aire bétonnée,</li> <li>• Voirie maintenue propre.</li> </ul>	Le stockage du compost ne représente pas un risque de déversement en dehors de la plateforme de par sa nature solide. Ce scénario n'est pas retenu.
Moteur de cogénération	Moteur de cogénération de 499 kW dans un container spécifique	Dégagement de biogaz dans le container	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pressostat,</li> <li>• Ventilation forcée dans le container,</li> <li>• Raccords souples anti-vibrations,</li> <li>• Détection CH<sub>4</sub>,</li> <li>• Canalisations en acier inoxydable,</li> <li>• Arrêt d'urgence,</li> <li>• Maintenance préventive,</li> <li>• Désulfuration par injection d'air et filtre à charbon actif pour réduire la teneur en H<sub>2</sub>S dans le biogaz avant le moteur.</li> </ul>	La rupture guillotine d'une canalisation de biogaz en espace confiné engendre un risque d'explosion. La présence du moteur représente une source d'inflammation. Ce scénario est étudié dans le rapport de l'INERIS. Ce scénario est retenu.	OUI <b>Scénario 2 : Explosion VCE dans le container de cogénération</b>
				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. Le moteur de cogénération est alimenté par du biogaz épuré (désulfuration par injection d'air et par filtre à charbon actif, ce qui réduit la teneur en H <sub>2</sub> S à un maximum de 5 ppm en entrée de moteur).	NON
Torchère	Température de brûlage d'environ 850°C	Sortie de biogaz imbrûlé	Arrêt du brûleur avec continuité d'admission du gaz Dysfonctionnements	EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	Humain Eau Air Sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Détecteur de flamme,</li> <li>• Torchère placée loin de tout passage,</li> <li>• Ventilation avant rallumage ou arrêt de la torchère,</li> <li>• Dispositif anti-retour de flamme.</li> </ul>	La torchère est un équipement de sécurité qui peut être à l'origine d'un dégagement de biogaz en cas de dysfonctionnement. Or, le rejet de biogaz reste faible. Ainsi, ces scénarios ne sont pas majorant en comparaison avec la ruine du gazomètre. Ces scénarios ne sont pas retenus.	NON
				DEGAGEMENT TOXIQUE	Air Humain		NON	

### 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	<i>Explosion VCE dans le digesteur en fonctionnement à vide</i>
	2	<i>Explosion VCE dans le container de cogénération</i>
EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	3	<i>Explosion UVCE suite à la ruine du gazomètre</i>
DEGAGEMENT TOXIQUE H <sub>2</sub> S	4	<i>Dégagement toxique suite à la ruine du gazomètre</i>
DEVERSEMENT DE MATIERES	5	<i>Déversement de matières suite à la ruine du digesteur</i>
INCENDIE	6	<i>Incendie sur la plateforme de compostage</i>

## II. METHODOLOGIE DE COTATION 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 (*récapitulante 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	« <b>Évènement possible mais extrêmement peu probable</b> » : 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	« <b>Évènement très improbable</b> » : s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité.
C	« <b>Évènement improbable</b> » : 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	« <b>Évènement probable</b> » : s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation.
A	« <b>Évènement courant</b> » : 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.

Classe de probabilité / Type d'appréciation	E	D	C	B	A
qualitative <sup>1</sup> (les définitions entre guillemets ne sont valables que si le nombre d'installations et le retour d'expérience sont suffisants) <sup>2</sup>	« évènement possible mais extrêmement peu probable » : <i>n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années installations..</i>	« évènement très improbable » : <i>s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité.</i>	« évènement improbable » : <i>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.</i>	« évènement probable » : <i>s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation.</i>	« évènement courant » : <i>s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.</i>
semi-quantitative	<b>Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place, conformément à l'article 4 du présent arrêté</b>				
Quantitative (par unité et par an)	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	



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. Principe de modélisation

La modélisation des scénarios d'accident est réalisée 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 :**

	<b>Seuils des effets de surpression</b>	<b>Seuils des effets thermiques</b> (pour une exposition de plus d'1 à 2 minutes avec un terme source constant)	<b>Seuils des doses thermiques</b> (pour une exposition courte avec un terme source non constant)	<b>Seuils des effets toxiques*</b>
<b>Effets irréversibles par effets indirects</b>	<b>20 mbar :</b> effets irréversibles par projection de vitres	/	/	/
<b>Dangers significatifs ou effets irréversibles</b>	<b>50 mbar :</b> effets irréversibles par mise en mouvement des individus ou projection de fragments de décoration diverses.	<b>3 kW/m<sup>2</sup> :</b> effets irréversibles par rayonnement thermique	<b>600 (kW/m<sup>2</sup>)<sup>(4/3)</sup>.s :</b> effets irréversibles par rayonnement thermique	<b>Seuil des Effets Irréversibles (SEI)</b> SEI <sub>10min</sub> (H <sub>2</sub> S) = 150 ppm SEI <sub>30min</sub> (H <sub>2</sub> S) = 100 ppm
<b>Dangers graves ou premiers effets létaux</b>	<b>140 mbar :</b> effets létaux par risque d'écrasement ou de choc de fragments massifs de maçonnerie ou de béton non renforcé	<b>5 kW/m<sup>2</sup> :</b> premiers effets létaux par rayonnement thermique	<b>1000 (kW/m<sup>2</sup>)<sup>(4/3)</sup>.s :</b> premiers effets létaux par rayonnement thermique	<b>Seuil des Effets Létaux (SEL)</b> effets létaux pour 1% de la population exposée SEI <sub>10min</sub> (H <sub>2</sub> S) = 688 ppm SEI <sub>30min</sub> (H <sub>2</sub> S) = 472 ppm
<b>Dangers très graves ou effets létaux significatifs</b>	<b>200 mbar :</b> effets létaux par effet direct (hémorragie pulmonaire)	<b>8 kW/m<sup>2</sup> :</b> effets létaux par rayonnement thermique	<b>1800 (kW/m<sup>2</sup>)<sup>(4/3)</sup>.s :</b> effets létaux par rayonnement thermique	<b>Seuil des Effets Létaux Significatifs (SELS)</b> effets létaux pour 5% de la population exposée SEI <sub>10min</sub> (H <sub>2</sub> S) = 769 ppm SEI <sub>10min</sub> (H <sub>2</sub> 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/m <sup>2</sup>
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/m <sup>2</sup>
Seuil des effets dominos	200 mbar : Destruction des murs en parpaings Destruction de plus de 50 % des maisons en briques	8 kW/m <sup>2</sup>
Seuil d'exposition prolongée et seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton	300 mbar	16 kW/m <sup>2</sup>
Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et seuil des dégâts très graves sur les structures béton	/	20 kW/m <sup>2</sup>
Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes	/	200 kW/m <sup>2</sup>



### III. ETUDE DES SCENARIOS D'ACCIDENTS

#### 1. Scénario 1 : Explosion VCE dans le digesteur en fonctionnement à vide

Le risque d'explosion sur le site est lié à la formation d'une zone ATEX de gaz (le biogaz 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, l'espace confiné est le digesteur à vide (volume réactif le plus important).

##### 1.1. Cotation en probabilité

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

Le risque d'explosion 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
Digesteur	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 <sub>4</sub> , O <sub>2</sub> ...) 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) Inertage du ciel gazeux à l'azote avant maintenance Maintenance réalisée par des professionnels

Avec la mise en place de mesures de prévention spécifiques, la classe de probabilité est D « Evènement très improbable ».

##### 1.2. Cotation en gravité – modélisation du scénario

Une modélisation est réalisée pour déterminer les zones d'effet de ce scénario d'accident.

###### 1.2.1. Données d'entrée et hypothèses

Il est considéré la formation d'une ATEX à la stœchiométrie d'un mélange d'air et de biogaz (stœchiométrie du biogaz est de 5,7%) dans le digesteur à vide (vidange du digesteur). Il s'agit d'un scénario majorant puisque dans cette situation, le volume explosif est maximal.

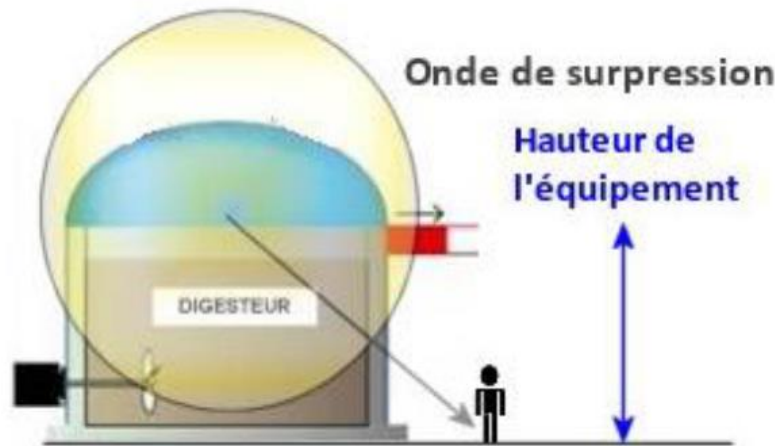
Le volume à considérer est donc : 4 492 m<sup>3</sup> digesteur.

Le digesteur se compose 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).

L'explosion 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 devient largement ventilé. Dans ces conditions, les effets de pression sont largement supérieurs à l'extérieur du digesteur qu'à l'intérieur.

#### Illustration 4 : Schéma de principe du phénomène d'explosion dans le digesteur à vide

Source : Technisim Consultants



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. 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).

Ce scénario correspond au scénario « Explosion de l'ATEX interne à un gazomètre » du 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 ». En effet, le digesteur est muni d'un gazomètre en toiture avec une membrane souple, il ne s'agit pas d'un digesteur métallique avec évent comme dans le scénario « Explosion dans un digesteur à vide ou en fonctionnement normal » de l'INERIS.

L'indice de violence retenu est l'**indice 4** pour lequel la surpression maximale est de 100 mbar. Il s'agit du même indice que l'INERIS a retenu pour le scénario « Explosion de l'ATEX interne à un gazomètre ».

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.

#### 1.2.2. 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 5 : Distance d'effets du scénario n°1 : Explosion VCE dans le digesteur en fonctionnement à vide pour une cible au niveau du sol

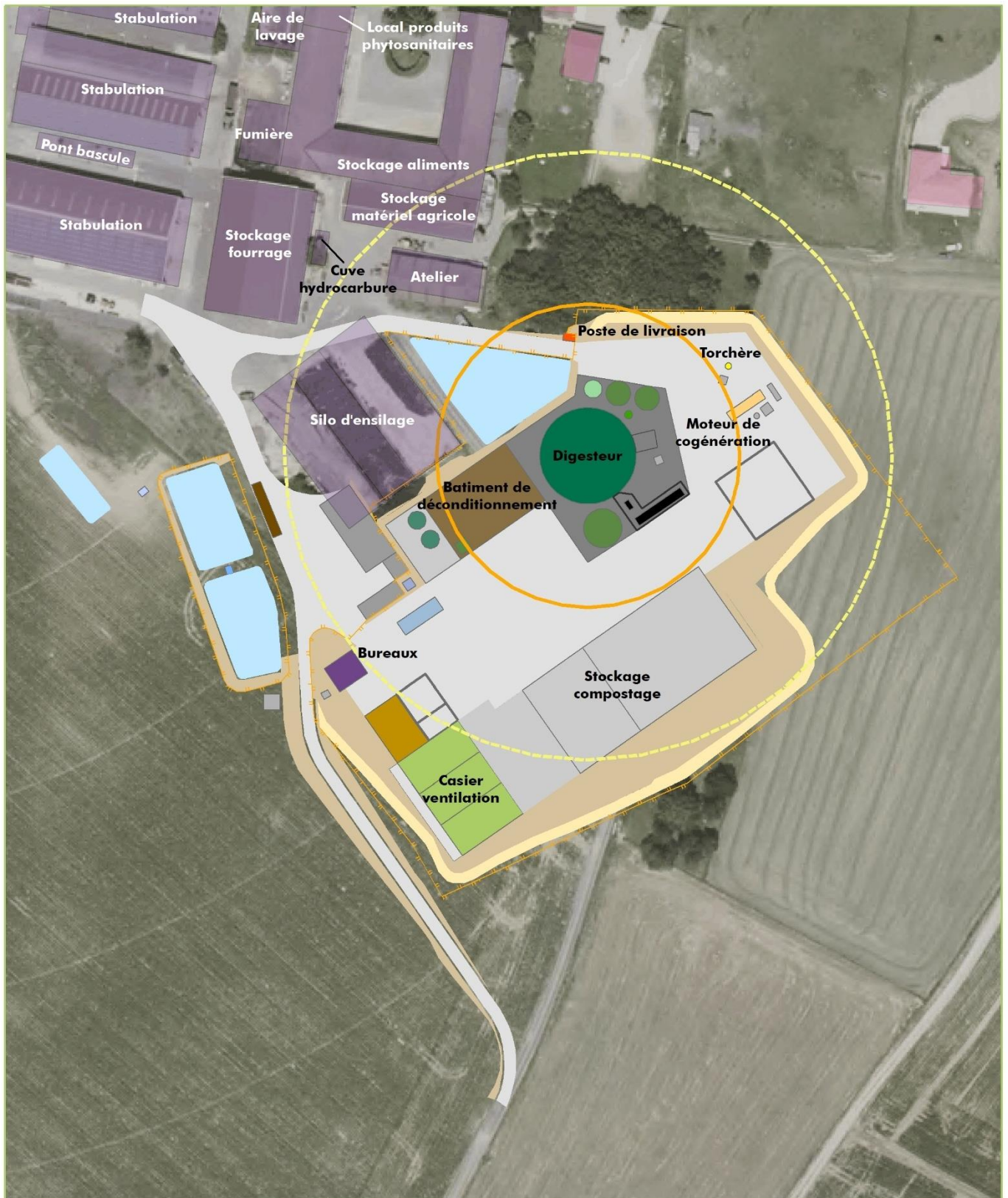
Source : Technisim Consultants

Explosion de l'ATEX interne à l'équipement – Indice 4	
Seuils de surpression	Digesteur
200 mbar	Non atteint
140 mbar	Non atteint
50 mbar	45,4 m
20 mbar	91,0 m

Le seuil des effets dominos et des effets létaux significatif ne sont pas atteints.

Illustration 6 : Effets de surpression pour le scénario 1 : Explosion VCE dans le digesteur en fonctionnement à vide

Source : L'Artifex



**Légende**

Emprise clôturée

Installation du GAEC SAINT-LOUIS

Habitation

Effet de surpression :

50 mbar

20 mbar



SAINT-LOUIS ENERGIES - Anthon (38)  
Autorisation unique - 2017



Sources : Serveur ArcGis (World Imagery)

### 1.2.3. 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.

Surpression maximale $\Delta P$	Caractéristiques de la zone	Nombre de personnes potentiellement exposées
200 mbar <i>Effets létaux significatifs</i> <i>Seuil des effets dominos</i>	-	0
140 mbar <i>Premiers effets létaux</i> <i>Effondrement des murs</i>	-	0
50 mbar <i>Effets irréversibles</i> <i>Bris de vitre (75%)</i>	Portion du verger de noyers.	< 1 personne
20 mbar <i>Effets indirects</i> <i>Bris de vitres (10%)</i>	Bâtiments du GAEC Saint-Louis : atelier, garage, silos, parcelle agricole voisine.	-

Les effets létaux sont inclus dans les limites de propriété. Les effets irréversibles sortent très légèrement des limites de propriété au niveau du verger de noyers.

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. Ainsi, les effets irréversibles par effets indirects (20 mbar – bris de vitre 10%) s'étendent hors des limites d'emprise du site. **Ces effets indirects concernent les bâtiments du GAEC Saint-Louis.**

La gravité est donc qualifiée de « modéré ».

### 1.3. Classement du scénario 1

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario 1 : Explosion VCE dans le digesteur en fonctionnement à vide 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 1			



## 2. Scénario 2 : Explosion VCE dans le container de cogénération

Une fuite dans le container de cogénération peut engendrer une explosion en espace confiné puisque le biogaz contient du méthane.

### 2.1. Cotation en probabilité

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

Le risque d'explosion 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
Canalisations aériennes de biogaz	Canalisations en acier inoxydable 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
Container de cogénération	Détecteur de méthane Si la valeur dépasse le seuil, l'alarme et le système de sécurité se déclenchent. Détecteur de fumée Mesure de la température Contrôle de la température-circuit de chauffage de la centrale de cogénération Détection de fuite Ventilation forcée  La ventilation forcée est asservie à la détection de méthane : - Premier seuil à 20% de la LIE : la ventilation est forcée à 100%, - Deuxième seuil à 40% de la LIE : la ventilation est forcée à 100% et l'électricité du local est coupée.

Avec la mise en place de mesures de prévention spécifiques, **la classe de probabilité est D « Evènement très improbable ».**

### 2.2. Cotation en gravité – modélisation du scénario

Une modélisation est réalisée pour déterminer les zones d'effet de ce scénario d'accident.

#### 2.2.1. Données d'entrée et hypothèses

Il est considéré la formation d'une ATEX à la stœchiométrie d'un mélange d'air et de biogaz (stœchiométrie du biogaz est de 5,7%) dans le container de cogénération suite à une fuite sur une canalisation de biogaz dans le container. Le volume de l'ATEX considéré correspond au volume du container (volume maximal). La ventilation du local n'est pas prise en compte.

Le conteneur a un volume de 75 m<sup>3</sup>. La résistance du conteneur à l'explosion est considérée de l'ordre de 50 mbar. Toutes les parois peuvent donc être considérées comme soufflables.

Les effets de surpression sont calculés avec la méthode Multi-Energie. Un **indice de violence 5** est retenu, correspond à un système turbulent et à des surpressions maximales de 200 mbar. En effet, comme le mentionne l'INERIS dans son rapport, l'explosion primaire suite à l'inflammation de l'ATEX éjecte à l'extérieur à travers les parois soufflées du

conteneur la quasi-totalité du volume inflammable initial. Le nuage inflammable éjecté est fortement turbulent sous l'impulsion de la surpression de l'explosion primaire (le conteneur devient largement ventilé). Le container étant composé d'une structure légère (résistance de 50 mbar), la surpression de ruine est inférieure à 200 mbar. De plus, dans son rapport, l'INERIS utilise également un indice de violence 5 pour le scénario « explosion dans un local de séchage liée à une rupture guillotine d'une canalisation de gaz de ville à l'intérieur de ce local », scénario dans lequel le local est en bardage de résistance de l'ordre de 50 mbar.

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.

### **2.2.2. 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 7 : Distance d'effets du scénario 2 : Explosion VCE dans le container de cogénération pour une cible au niveau du sol**

Source : Technisim Consultants

<b>Explosion de l'ATEX interne à l'équipement – Indice 5</b>	
<b>Seuils de surpression</b>	<b>Container de cogénération</b>
200 mbar	4,15 m
140 mbar	7,34 m
50 mbar	19,23 m
20 mbar	38,70 m

Illustration 8 : Effets de surpression pour le scénario 2 : Explosion VCE dans le container de cogénération

Source : L'Artifex



**Légende**

- Emprise clôturée
- Installation du GAEC SAINT-LOUIS
- Habitation

- Effet de surpression :
- 50 mbar
  - 200 mbar
  - 20 mbar
  - 140 mbar

**L'Artifex** SAINT-LOUIS ENERGIES - Anthon (38)  
Solutions Environnementales Autorisation unique - 2017

0 25 m

Sources : Serveur ArcGis (World Imagery)



### 2.2.3. 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.

Suppression maximale $\Delta P$	Caractéristiques de la zone	Nombre de personnes potentiellement exposées
200 mbar <i>Effets létaux significatifs</i> <i>Seuil des effets dominos</i>	-	0
140 mbar <i>Premiers effets létaux</i> <i>Effondrement des murs</i>	-	0
50 mbar <i>Effets irréversibles</i> <i>Bris de vitre (75%)</i>	Portion de la parcelle agricole.	< 1 personne
20 mbar <i>Effets indirects</i> <i>Bris de vitres (10%)</i>	Parcelle agricole et verger de noyers.	-

Les effets létaux sont inclus dans les limites de propriété. Les effets irréversibles sortent très légèrement des limites de propriété au niveau de la parcelle agricole.

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. Ainsi, les effets irréversibles par effets indirects (20 mbar – bris de vitre 10%) s'étendent hors des limites d'emprise du site. **Ces effets indirects concernent la parcelle agricole et le verger de noyers.**

Le seuil des effets dominos (200 mbar) est atteint mais n'engendre pas d'effets sur les autres équipements du site.

La gravité est donc qualifiée de « modéré ».

### 2.3. Classement du scénario 2

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario 2 : Explosion VCE dans le container de cogénération 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 2			



### 3. Scénario 3 : Explosion UVCE suite à la ruine du gazomètre

Le risque d'explosion sur le site est lié à la formation d'une zone ATEX de gaz (le biogaz 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 UVCE se déroule à l'air libre. Elle a lieu suite à la ruine du gazomètre (positionné en toiture du digesteur).

#### 3.1. 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.

Le risque d'explosion 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
Gazomètre	Double membrane : membrane étanche au gaz et membrane extérieure de protection semi-rigide Fixation par un système conçu pour résister aux intempéries Protection de surpression et dépression, mécanique avec remplissage d'eau (soupape) Capteurs de pression Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue

Avec la mise en place de mesures de prévention spécifiques, **la classe de probabilité est D « Evènement très improbable ».**

#### 3.2. Cotation en gravité – modélisation du scénario

Une modélisation est réalisée pour déterminer les zones d'effet de ce scénario d'accident.

##### 3.2.1. Données d'entrée et hypothèses

Il s'agit de l'explosion du nuage de biogaz formé suite à la ruine du gazomètre. 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. Il est considéré que l'inflammation du nuage a lieu pratiquement immédiatement.

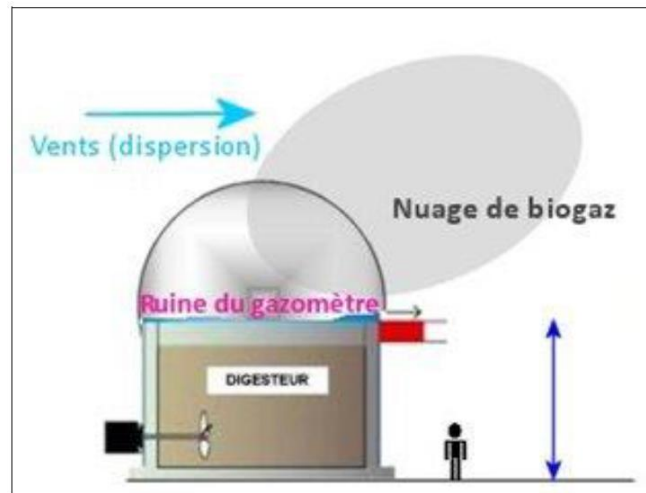
Le volume total de biogaz dans le gazomètre est de 1 760 m<sup>3</sup>.

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.

L'**indice de violence 4** est retenu, pour lequel la surpression maximale est de 100 mbar. Ce même indice est retenu par l'INERIS dans son rapport pour le scénario « Explosion de l'ATEX formée suite à la ruine du gazomètre ».

### Illustration 9 : Schéma de principe du phénomène d'explosion suite à la ruine du gazomètre

Source : Technisim Consultants



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	<p>Atmosphère neutre</p> <p>Vitesse du vent, à une altitude de 10 m, égale à 5 m/s</p> <p>Température ambiante égale à 20°C</p>	<p>Atmosphère très stable</p> <p>Vitesse du vent, à une altitude de 10 m, égale à 3 m/s</p> <p>Température ambiante égale à 15°C</p>

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

#### 3.2.2. Effets thermiques

Les distances d'effets thermiques obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant. Il n'y a pas d'effet thermique au niveau du sol.

#### Illustration 10 : Distance d'effets thermiques du scénario 3 : Explosion UVCE suite à la ruine du gazomètre pour une cible au niveau du sol

Source : Technisim Consultants

Distances d'atteinte de la LIE [unité : mètre]		
Gazomètre	Hauteur du rejet : TN + 8,1 m	Cible située au sol
Condition météorologique D5-20°C		LIE non atteinte au sol
Condition météorologique F3-15°C		LIE non atteinte au sol

Lors d'un rejet massif de produit pendant une durée très courte (ruine de réservoir, ou jet transitoire sous pression), il se forme un nuage dérivant, dont le volume inflammable diminue au fur et à mesure du déplacement du nuage. On suppose que le nuage dérive en champ libre, c'est-à-dire qu'il ne rencontre pas d'obstacle à sa dispersion, ni de zone encombrée qui favoriserait une explosion violente.

### 3.2.3. **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 3 : Explosion UVCE suite à la ruine du gazomètre pour une cible au niveau du sol

Source : Technisim Consultants

Explosion UVCE suite à la ruine du gazomètre – Indice 4	
Seuils de surpression	Gazomètre
200 mbar	Non atteint
140 mbar	Non atteint
50 mbar	86,4 m
20 mbar	173,0 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) sont atteints.

Illustration 12 : Effets de surpression pour le scénario 3 : Explosion UVCE suite à la ruine du gazomètre

Source : L'Artifex



**Légende**

Emprise clôturée  
 RD 55

Installation du GAEC SAINT-LOUIS  
 Habitation

Effet de surpression :

50 mbar  
 20 mbar

**L'Artifex** SAINT-LOUIS ENERGIES - Anthon (38)  
 Autorisation unique - 2017

0 25 m

Sources : Serveur ArcGis (World Imagery)





### 3.2.4. 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.

Surpression maximale $\Delta P$	Caractéristiques de la zone	Nombre de personnes potentiellement exposées
200 mbar <i>Effets létaux significatifs</i> <i>Seuil des effets dominos</i>	-	0
140 mbar <i>Premiers effets létaux</i> <i>Effondrement des murs</i>	-	0
50 mbar <i>Effets irréversibles</i> <i>Bris de vitre (75%)</i>	Parcelle agricole, Bâtiments du GAEC Saint-Louis (garage et atelier), verger de noyers	< 10 personnes
20 mbar <i>Effets indirects</i> <i>Bris de vitres (10%)</i>	Parcelle agricole, bâtiments du GAEC Saint-Louis, RD 55, habitations du hameau Saint-Louis	-

Les effets létaux sont inclus dans les limites de propriété. Les effets irréversibles sortent des limites de propriété au niveau du verger de noyers, de la parcelle agricole voisine et de l'atelier et garage du GAEC Saint-Louis.

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. Ainsi, les effets irréversibles par effets indirects (20 mbar – bris de vitre 10%) s'étendent hors des limites d'emprise du site. **Ces effets indirects concernent les bâtiments du GAEC Saint-Louis, les habitations du hameau Saint-Louis, les parcelles agricoles et une portion de la RD 55.**

La gravité est donc qualifiée de « sérieux ».

### 3.3. Classement du scénario 3

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario 3 : Explosion UVCE suite à la ruine du gazomètre 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		SCENARIO 3			
MODERE					

## 4. Scénario 4 : Dégagement toxique suite à la ruine du gazomètre

Sur une installation de méthanisation, le dégagement toxique est principalement lié à l'hydrogène sulfuré, composé fortement toxique même pour de faibles concentrations. Le biogaz contient de l'hydrogène sulfuré. La ruine du gazomètre peut être à l'origine d'un dégagement massif de biogaz et donc d'hydrogène sulfuré.

### 4.1. Cotation en probabilité

Le dégagement d'H<sub>2</sub>S est un évènement qui a déjà eu lieu sur une installation de méthanisation. Les mêmes barrières de sécurité sont mises en place que pour le scénario précédent puisqu'il s'agit également de la ruine des gazomètres.

Avec la mise en place de mesures de prévention spécifiques, **la classe de probabilité est D « Evènement très improbable ».**

### 4.2. Cotation en gravité

La teneur en H<sub>2</sub>S dans le biogaz est réduite par l'injection d'oxygène dans le gazomètre, ce qui permet d'avoir une teneur inférieure à la valeur guide de 250 ppm.

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 (1 077 mg/m<sup>3</sup>),
- Seuil des premiers effets létaux : 688 ppm (963 mg/m<sup>3</sup>),
- Seuil des effets irréversibles : 150 ppm (210 mg/m<sup>3</sup>).

Un dégagement massif de biogaz suite à la ruine des gazomètres se diluerait rapidement dans l'air. Ainsi, la teneur en H<sub>2</sub>S serait rapidement inférieure aux seuils de toxicité.

Les zones d'effets du dégagement d'hydrogène sulfuré sont donc contenues dans l'installation de méthanisation et se situent au niveau du digesteur.

**La gravité est donc qualifiée de « modéré ».**

### 4.3. Classement du scénario 4

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario 4 : Dégagement toxique suite à la ruine du gazomètre 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 4			

## 5. Scénario 5 : Déversement de matières suite à la ruine du digesteur

Les matières peuvent engendrer une pollution du milieu naturel par l'intermédiaire du sol (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.

### 5.1. Cotation en probabilité

Le déversement de matières a été observé dans l'accidentologie.

La ruine des cuves peut avoir lieu en cas de débordement ou d'altération de la cuve (effet d'un autre accident).

La liste des organes de sécurité mis en place est détaillée dans le tableau ci-dessous.

Equipements	Organe de sécurité associé
Digesteur et cuves de stockage	Détecteur de niveau haut et de niveau bas Contrôle du débit par automatisation de l'alimentation
Aire de rétention	Les cuves sont positionnées sur une zone en pente vers un bassin de rétention étanche de 1 850 m <sup>3</sup> . Le bassin permet de retenir les matières en cas de débordement ou de perte d'étanchéité. Un dispositif de drainage est mis en place sous les cuves enterrées afin de détecter d'éventuelles fuites (contrôle).

Des mesures correctives ont été intégrées dans la conception de l'installation. **La classe de probabilité est D « Evénement très improbable ».**

### 5.2. Cotation en gravité

Le déversement de matières à l'extérieur de la zone de rétention par effet vague pourrait se répandre sur la voirie (chemins d'accès), sur les parcelles agricoles ou sur l'exploitation agricole du GAEC Saint-Louis. Il semble improbable que ce déversement de matières puisse engendrer des effets sur les personnes, puisqu'aucun captage d'eau potable n'est en lien avec le site.

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

### 5.3. Classement du scénario 5

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario 5 : Déversement de matières suite à la ruine du digesteur 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 5			

## 6. Scénario 6 : Incendie sur la plateforme de compostage

Le risque incendie se situe au niveau des andains de compostage. Le risque incendie est moindre pour le stockage des déchets verts et le stockage du compost car le taux d'humidité des matières est relativement élevé et la fermentation aérobie n'a pas lieu (absence de montée en température).

Le scénario étudié est donc l'inflammation de la zone de compostage (andains en cours de compostage en casiers).

### 6.1. Cotation en probabilité

L'incendie sur les plateformes de compostage a été observé dans l'accidentologie.

La liste des organes de sécurité mis en place est détaillée dans le tableau ci-dessous.

Equipements	Organe de sécurité associé
Plateforme de compostage	Suivi de la température Contrôle de l'aération Surveillance visuelle régulière

Des mesures correctives ont été intégrées dans la conception de l'installation. **La classe de probabilité est D « Evénement très improbable ».**

### 6.2. Cotation en gravité – modélisation du scénario

#### 6.2.1. Données d'entrée et hypothèses

Le logiciel FLUMILOG (développé par l'INERIS, le CNPP et le CTICM) permet de modéliser les effets thermiques pour des incendies d'entrepôts.

L'incendie des andains dans les casiers de compostage a été assimilé à un incendie dans un entrepôt ouvert (présence de portes sur la totalité des parois) avec des zones de stockage (racks) de la même dimension que les andains. Les matières en compostage (déchets verts et digestat solide) ont été assimilées à du bois.

Les caractéristiques des foyers sont :

- 3 casiers de stockage entre 3 murs sous toiture avec aération par caniveaux,
- Longueur d'un casier : 22 m,
- Largeur d'un casier : 11 m,
- Hauteur du stockage : 3 m,
- Palette-type : Bois 400 kg, 1 m x 1 m x 1 m.

#### 6.2.2. Effets thermiques

Les caractéristiques de l'incendie obtenus avec les hypothèses considérées sont les suivantes.

Durée de l'incendie (min)	Puissance maximale de l'incendie (MW)	Emissivité de la flamme (kW/m <sup>2</sup> )	Hauteur de flamme (m)
215	31,77	16,23	3,4

Les distances d'effets thermiques obtenues par modélisation sont données dans le tableau suivant. Conformément aux recommandations de l'INERIS, on retiendra une distance d'effet de 5 m pour les distances comprises entre 1 et 5 m et une distance d'effet de 10 m pour les distances comprises entre 6 et 10 m.

Les distances d'effets thermiques sont donc :

- 5 m pour 8 kW/m<sup>2</sup>,
- 10 m pour 5 kW/m<sup>2</sup> et 3 kW/m<sup>2</sup>.



### Illustration 13 : Distance d'effets thermiques du scénario 6 : Incendie sur la plateforme de compostage pour une cible de 1,8 m au-dessus du sol

Source : Technisim Consultants

	8 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>
Longueur – 33 m	4,0	6,5	9,0
Largeur – 22 m	3,5	5,5	8,5
Ouverture – 33 m	4,0	6,5	9,0

#### 6.2.3. Cotation en gravité

Les effets thermiques sont inclus dans les limites de propriété.

La gravité est donc qualifiée de « modérée ».

Le seuil des effets dominos (8 kW/m<sup>2</sup>) atteint le bâtiment de traitement du digestat liquide et le stockage du digestat solide. Une détérioration du bâtiment est donc possible.

### 6.3. Classement du scénario 6

En reprenant la grille d'appréciation, le scénario 6 : Incendie sur la plateforme de compostage 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			

Illustration 14 : Effets thermiques pour le scénario 6 : Incendie sur la plateforme de compostage

Source : L'Artifex



**Légende**

Emprise clôturée

Installation du GAEC SAINT-LOUIS

Habitation

**Effet thermique :**

8 kW/m<sup>2</sup>

5 et 3 kW/m<sup>2</sup>



SAINT-LOUIS ENERGIES - Anthon (38)  
Autorisation unique - 2017

0 25 m

Sources : Serveur ArcGis (World Imagery)

## **IV. ETUDE DES EFFETS DOMINOS AU SEIN DU SITE**

---

Les scénarios générant des seuils d'effets dominos sont :

- Scénario 2 : Explosion VCE dans le container de cogénération (effets de surpression 200 mbar),
- Scénario 6 : Incendie sur la plateforme de compostage (effets thermiques 8 kW/m<sup>2</sup>).

Les effets de surpression de 200 m bar du scénario 2 n'atteignent pas d'autres équipements du site. Seuls le container de cogénération et ses équipements annexes (surpresseur, filtre à charbon actif) sont concernés par ce seuil. Il n'y a donc pas d'effets dominos à prévoir.

Les effets thermiques de 8 kW/m<sup>2</sup> du scénario 6 atteignent le bâtiment de traitement du digestat liquide (évapoconcentration) et le stockage du digestat solide. Le bâtiment et les équipements de traitement du digestat liquide pourront être détériorés et l'unité ne pourra plus traiter de digestat liquide. Le digestat sera temporairement stocké dans la cuve tampon de digestat brut. Le stockage du digestat solide n'est pas inflammable.

### Bilan des effets dominos :

L'illustration en page suivante matérialise les distances des seuils d'effets dominos. Les éventuels effets dominos entre infrastructures au sein du site n'engendrent pas de nouveau accident ou de nouveaux effets.

La probabilité de tous les scénarios est de classe D, il n'y a donc pas de modification des probabilités d'occurrence.



Illustration 15 : Effets dominos au sein du site



**Légende**

Emprise clôturée  
 RD 55

Installation du GAEC SAINT-LOUIS  
 Habitation

Type d'effet :

Surpression - 200 mbar  
 Thermique : 8 kW/m<sup>2</sup>

**L'Artifex** SAINT-LOUIS ENERGIES - Anthon (38)  
 Edition Entrepreneurs Autorisation unique - 2017

0 25 m

Sources : Serveur ArcGis (World Imagery)



## V. SYNTHÈSE DES ÉVÉNEMENTS 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 le digesteur en fonctionnement à vide
	2	Explosion VCE dans le container de cogénération
EXPLOSION UVCE (à l'air libre)	3	Explosion UVCE suite à la ruine du gazomètre
DEGAGEMENT TOXIQUE H <sub>2</sub> S	4	Dégagement toxique suite à la ruine du gazomètre
DEVERSEMENT DE MATIÈRES	5	Déversement de matières suite à la ruine du digesteur
INCENDIE	6	Incendie sur la plateforme de compostage

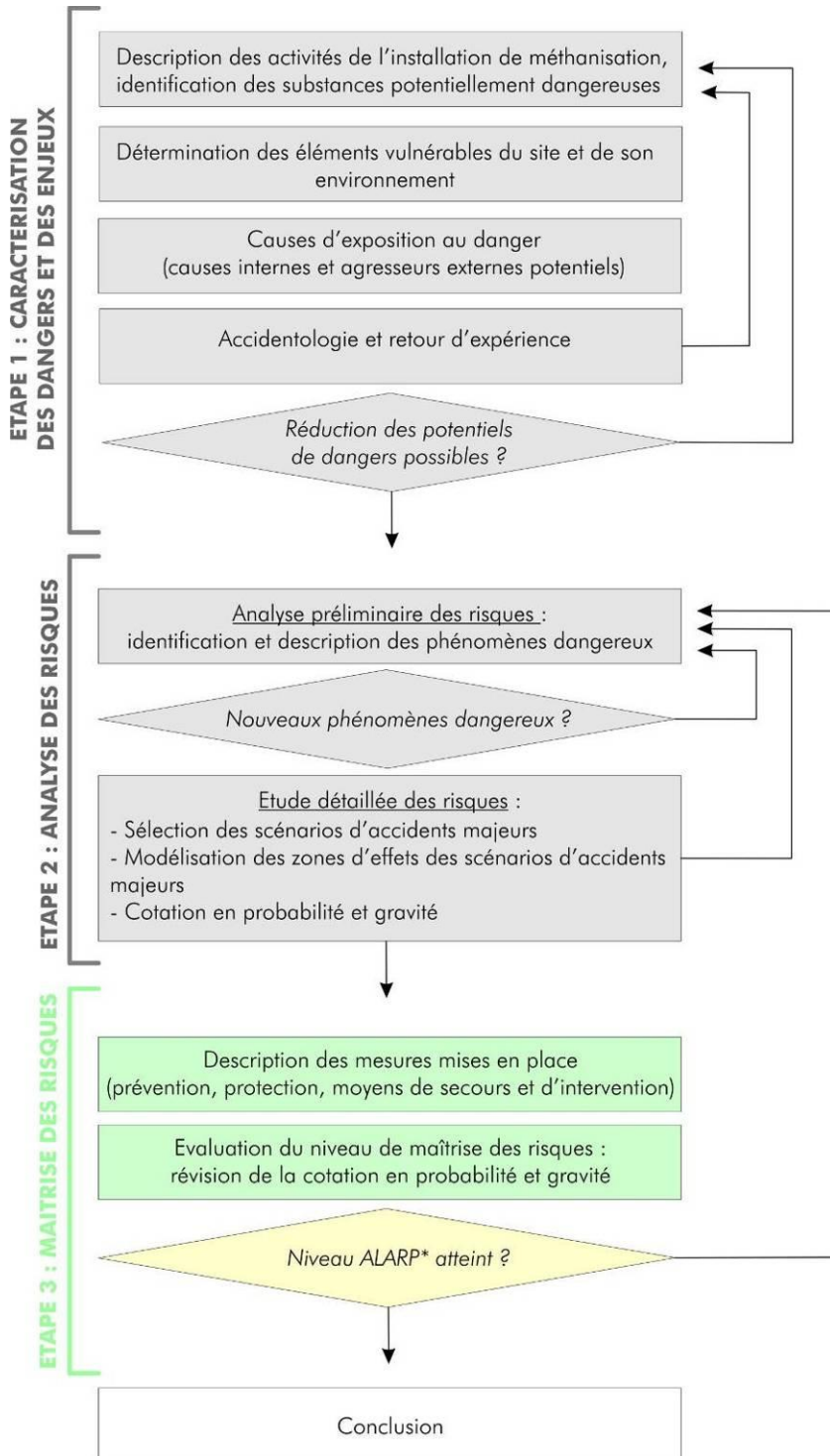
Le classement en probabilité et gravité de l'ensemble des scénarios est synthétisé ci-après.

Gravité des conséquences	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SÉRIEUX		3			
MODÈRE		1, 2, 4, 5, 6			

Il apparaît que les scénarios sont en **risque moindre**.

# PARTIE 4 : 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 étudiés.



## 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 le cas échéant
- ✓ Evaluer le niveau de maîtrise des risques

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

## I. MESURES PREVENTIVES

### 1. Organes de sécurité

Les risques 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.

Equipement	Organe de sécurité associé
Digesteur	<p>Soupape de sécurité munie d'un dispositif anti-gel</p> <p>Capteur de pression (haute et basse)</p> <p>Thermomètre</p> <p>Suivi du procédé de méthanisation (débits, agitation, mesures CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>...)</p> <p>Étanchéité des équipements</p> <p>Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue</p> <p>Utilisation de matériels aux normes ATEX</p> <p>Event d'explosion (enveloppe souple du gazomètre)</p> <p>Inertage du ciel gazeux à l'azote avant maintenance</p> <p>Maintenance réalisée par des professionnels</p> <p>Détecteur de niveau haut et de niveau bas</p> <p>Contrôle du débit par automatisation de l'alimentation</p>
Gazomètre	<p>Double membrane : membrane étanche au gaz et membrane extérieure de protection semi-rigide</p> <p>Fixation par un système conçu pour résister aux intempéries</p> <p>Protection de surpression et dépression, mécanique avec remplissage d'eau (soupape)</p> <p>Capteurs de pression</p> <p>Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue</p>
Aire de rétention	<p>Les cuves sont positionnées sur une zone en pente vers un bassin de rétention étanche de 1 850 m<sup>3</sup>.</p> <p>Le bassin permet de retenir les matières en cas de débordement ou de perte d'étanchéité. Un dispositif de drainage est mis en place sous les cuves enterrées afin de détecter d'éventuelles fuites (contrôle).</p>
Canalisations aériennes de biogaz	<p>Canalisations en acier inoxydable</p> <p>Raccords souples anti-vibrations</p> <p>Capteur de pression (haute et basse)</p> <p>Vannes de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz</p> <p>Positionnement en dehors des zones de circulation</p> <p>Identification des canalisations et panneaux de dangers</p> <p>Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue</p>
Container de cogénération	<p>Détecteur de méthane</p> <p>Si la valeur dépasse le seuil, l'alarme et le système de sécurité se déclenchent.</p> <p>Détecteur de fumée</p> <p>Mesure de la température</p> <p>Contrôle de la température-circuit de chauffage de la centrale de cogénération</p> <p>Détection de fuite</p> <p>Ventilation forcée</p> <p>La ventilation forcée est asservie à la détection de méthane :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Premier seuil à 20% de la LIE : la ventilation est forcée à 100%,</li> <li>- Deuxième seuil à 40% de la LIE : la ventilation est forcée à 100% et l'électricité du local est coupée.</li> </ul>
Plateforme de compostage	<p>Suivi de la température</p> <p>Contrôle de l'aération</p> <p>Surveillance visuelle régulière</p>



Equipement	Organe de sécurité associé
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

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.

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).

## 2. Protection contre la foudre

L'analyse du risque foudre et l'étude technique sont fournies en Annexe 1. L'analyse du risque foudre identifie les équipements et installations dont une protection doit être assurée. Le tableau suivant mentionne les protections à prévoir :

Structure	Niveau de Protection Analyse du Risque Foudre EFFETS DIRECTS	Niveau de Protection Analyse du Risque Foudre EFFETS INDIRECTS
Bloc 1 : Digesteur	Protection de niveau IV nécessaire sur la structure	Protection de niveau IV sur les lignes externes
Bloc 2 : Bâtiment de déconditionnement	Protection de niveau IV nécessaire sur la structure	Protection de niveau IV sur les lignes externes
Bloc 3 : Centrale électrique	Structure ne nécessitant pas de protection	Lignes externes ne nécessitant pas de protection
Bloc 4 : Bâtiment de traitement lixiviats	Structure ne nécessitant pas de protection	Lignes externes ne nécessitant pas de protection

De plus, l'analyse conclut sur les mesures à mettre en place :

- **Parafoudres adaptés** à mettre en place pour chaque Eléments Importants Pour la Sécurité (EIPS) pour les protéger,
- Mise en place d'une **procédure de prévention d'orage** à intégrer aux procédures d'exploitation (pas de dépotage, de travaux en hauteur ou électrique, pas d'activité dans les stockages ouverts, pas d'engins de manutention en extérieur).

L'étude technique détaille les solutions techniques de protection contre la foudre.



### 3. Mesures organisationnelles

Les mesures organisationnelles appliquées sont :

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

#### Formation :

Pour assurer le bon fonctionnement de l'unité de méthanisation et éviter tous risques de mauvaises manipulations de l'ensemble des équipements, seul le personnel ayant reçu la formation réalisée par le constructeur sera habilité à l'exploitation, l'entretien et la maintenance de l'unité.

Les opérations comportant des manipulations délicates et la conduite des installations (démarrage et arrêt, fonctionnement normal, entretien...) feront l'objet de consignes d'exploitation écrites. Ces consignes, portées à la connaissance du personnel, prévoient notamment :

- les modes opératoires ;
- la fréquence de vérification des dispositifs de sécurité et de traitement des pollutions et nuisances générées ;
- les instructions de maintenance et de nettoyage, la périodicité de ces opérations et les consignations nécessaires avant de réaliser ces travaux ;
- les conditions de stockage des produits ;
- la fréquence de contrôles de l'étanchéité et de l'attachement des réservoirs et de vérification des dispositifs de rétention ;
- les modalités d'entretien, de contrôle et d'utilisation des équipements de régulation études dispositifs de sécurité.

#### Inspection :

Des plans d'inspection sont établis afin de réaliser un suivi précis et méthodique de l'état du matériel, afin de mieux préparer la maintenance et mieux suivre le procédé.

#### Maintenance préventive :

Des plans de maintenance sont établis afin d'anticiper toute défaillance de matériel. Cette maintenance préventive est établie pour chaque matériel, suivant les données propres à sa fiabilité (données constructeur) et à ses conditions d'utilisation.

#### Moyens de détection :

Une surveillance précise des procédés sera réalisée par l'exploitant. Un système de télésurveillance sera mis en place. Cela permettra un contrôle régulier des procédés.

## **II. EFFETS DOMINOS AVEC LES ACTIVITES VOISINES**

Selon l'étude des scénarios d'accidents précédente, les seuils d'effets dominos ne sortent pas de l'emprise du site. **Il n'y a donc pas d'effets dominos sur les activités voisines.**

**Compte tenu de la proximité de ces 2 activités (site de méthanisation et GAEC Saint-Louis), une procédure d'alerte et d'intervention commune sera mise en place afin que chaque société soit informée en cas d'accident.**

### III. MESURES DE PROTECTION

#### 1. Accessibilité au site pour les secours

Le site est accessible depuis **2 entrées pour les secours**. Deux entrées sont présentes, depuis le GAEC Saint-Louis et le chemin d'accès aux plateformes de compostage. Une voie périphérique permet de circuler autour de l'installation.

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/cm<sup>2</sup> sur une surface minimale 0,20 m<sup>2</sup> ;
- 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. Extincteurs et détection incendie

Des **extincteurs** seront répartis sur le site en fonction des types de risque. Les extincteurs 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 bâtiments sont équipés d'une **défense automatique incendie (DAI)**, reportée 24h/24 et 7j/7 en télésurveillance.

##### 2.2. Volume d'eau d'extinction

Le calcul de la Défense Extérieur Contre l'Incendie (DECI) selon le document technique D9 est donné en Annexe 2. Le besoin en eau est estimé à **300 m<sup>3</sup>/h, soit 600 m<sup>3</sup> pour 2 heures**.

Ainsi, une réserve incendie de 600 m<sup>3</sup> est mise en place à l'entrée du projet. Elle sera alimentée par les eaux pluviales du site. Elle se positionne en dehors des zones d'effets de surpression de 50 mbar et des effets thermiques. Une aire d'aspiration est mise en place pour l'accès des secours, conformément aux recommandations du SDIS (Cf. Annexe 3).

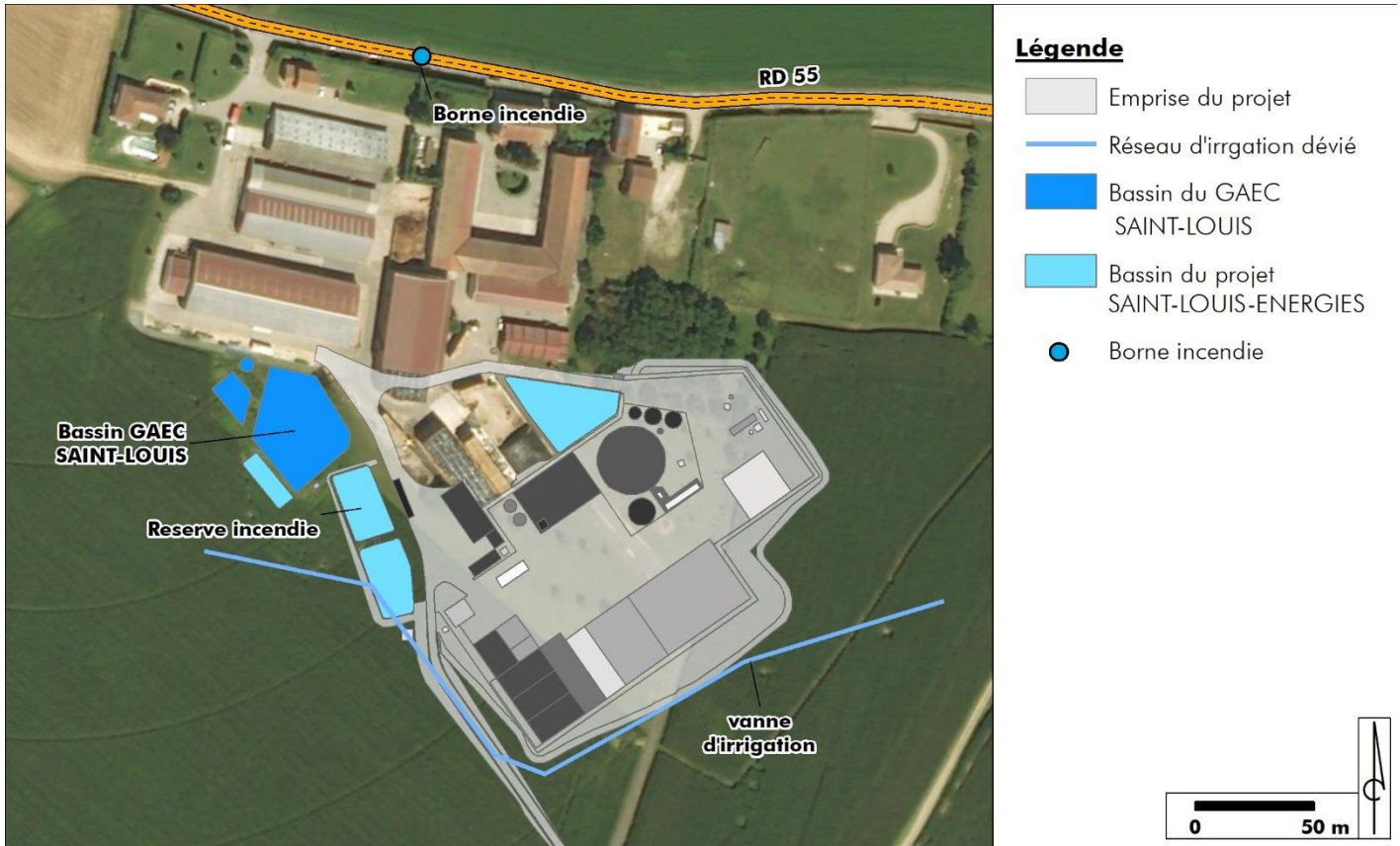
Comme précisé dans le paragraphe 5 du document technique D9, un tiers du volume des besoins en eau doit être disponible sur un réseau sous pression. Pour le projet, un volume de **100 m<sup>3</sup>/h sera fourni sous pression** par mise en place d'une pompe dans le bassin de réserve incendie ou par le réseau d'irrigation qui est dévié pour la mise en place du projet.

Il convient de préciser que le GAEC Saint-Louis dispose également d'une réserve incendie (volume disponible de 1 657 m<sup>3</sup>) positionnée à proximité du projet (environ 100 m de l'entrée du site). De plus, une borne incendie se situe en bordure de la RD 55 au lieu-dit Saint-Louis, à environ 200 m de l'entrée du site.

L'illustration suivante localise les équipements de défense incendie.

### Illustration 16 : Localisation des équipements de défense incendie

Source : L'Artifex



#### 2.3. Rétention des eaux d'extinction d'un incendie

En cas de sinistre, le volume à mettre à rétention est déterminé à l'aide du document technique D9 (Cf. Annexe 2). Il est estimé à **770 m<sup>3</sup>** dans le cas du projet. Les eaux d'extinction d'un incendie seront confinées dans le bassin de rétention des eaux pluviales, d'un volume de 800 m<sup>3</sup>. Une vanne d'isolement en sortie du bassin permet de confiner les eaux et d'éviter la pollution de l'environnement. Le confinement des eaux d'extinction d'un incendie est donc réalisé dans un ouvrage distinct de la réserve d'eau incendie.

### 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 CH<sub>4</sub> et de H<sub>2</sub>S 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).

# PARTIE 5 : 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 habitations voisines sont les cibles principales.

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 du GAEC Saint-Louis et des plateformes de compostage.

Le retour d'expérience et l'accidentologie sur des installations similaires au projet sont limités. L'Allemagne et ses nombreuses 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 :

- Scénario 1 : Explosion VCE dans le digesteur en fonctionnement à vide,
- Scénario 2 : Explosion VCE dans le container de cogénération,
- Scénario 3 : Explosion UVCE suite à la ruine du gazomètre,
- Scénario 4 : Dégagement toxique suite à la ruine du gazomètre,
- Scénario 5 : Déversement de matières suite à la ruine du digesteur,
- Scénario 6 : Incendie sur la plateforme de compostage.

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					
IMPORTANT					
SERIEUX		3			
MODERE		1, 2, 4, 5, 6			

Les scénarios d'accident n'engendrent pas d'effets létaux (ni par effets thermiques, ni par effets de surpression, ni par effets toxiques) à l'extérieur de l'emprise du site. Les effets irréversibles sortent des limites de propriété du site au niveau des parcelles agricoles, des bâtiments du GAEC Saint-Louis et du verger de noyers. Seuls les effets irréversibles par effets indirects (bris de vitres) atteignent les habitations du hameau Saint-Louis et une portion de la RD 55.



Les illustrations suivantes matérialisent les zones d'effets dans le cadre de l'unité de méthanisation de la SAS SAINT-LOUIS ENERGIES (effets de surpression et effets thermiques).

Illustration 17 : Synthèse des zones d'effets de surpression





Illustration 18 : Synthèse des zones d'effets thermiques



**Légende**

- Emprise clôturée
- Installation du GAEC SAINT-LOUIS
- Habitation

**Effet thermique :**

- 8 kW/m<sup>2</sup>
- 5 et 3 kW/m<sup>2</sup>



SAINT-LOUIS ENERGIES - Anthon (38)  
Autorisation unique - 2017

0 25 m

Sources : Serveur ArcGis (World Imagery)



- **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 du digesteur (munie d'un dispositif anti-gel),
- l'inertage à l'azote avant la maintenance du digesteur le protocole de maintenance,
- les détecteurs de méthane et de fumées,
- la rétention,
- la ventilation du container de cogénération,
- les événements de surpression,
- ...

Une réserve incendie est présente sur le site, ainsi que des extincteurs.

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 SAS SAINT-LOUIS ENERGIES maîtrise correctement les risques liés à l'exploitation de son unité de méthanisation. Le niveau de risque est acceptable.**



# PARTIE 6 : 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](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](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'ÉTUDE DE DANGERS

L'étude de dangers a été réalisée par le bureau d'études en environnement L'ARTIFEX, basé à Albi (81). Les personnes intervenant sur le projet ont été (les CV simplifiés sont donnés le document « 3 – Etude d'impacts ») :

- 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 : Etude Foudre

Annexe 2 : Note de calcul de la Défense Extérieur Contre l'Incendie (DECI)

Annexe 3 : Recommandations du SDIS

Annexe 4 : Modélisation des zones d'effets d'un incendie majeur sur le site du GAEC Saint-Louis

## Annexe 1 : Etude Foudre

# Analyse Risque Foudre

## Etude Technique

Etude réalisée sur plan pour L'ARTIFEX

**SAINT-LOUIS ENERGIES**





**Site d'Anthon (38)**

**Rédacteur : J. TISON**

**Date : 22/06/2017**

444, rue Léo Lagrange 59500 DOUAI – Tél : 0825 899 437 – Fax : 03 27 99 00 94 – e-mail : [bcm@bcnfoudre.fr](mailto:bcm@bcnfoudre.fr)  
SAS au capital de 120 000 € - RCS DOUAI 400 732 681 – SIRET 400 732 681 00020 – APE 7112 B –  
TVA FR 37 400732 681  
Centres techniques à Bordeaux – Douai – Lyon – Paris – Rennes – Strasbourg  
[www.bcnfoudre.fr](http://www.bcnfoudre.fr)

### 1. HISTORIQUE DES EVOLUTIONS

Indice de révision	Date	Objet de l'évolution	Nom et signatures	
			Rédacteur	Vérificateur
0	22/11/13	Version initiale	JT 	TK 
1	22/06/17	Version initiale	JT 	TK 

## 2. TABLE DES MATIERES

1.	HISTORIQUE DES EVOLUTIONS.....	2
2.	TABLE DES MATIERES.....	3
3.	GLOSSAIRE.....	5
4.	LE RISQUE Foudre.....	8
5.	INTRODUCTION.....	9
5.1.	BASE DOCUMENTAIRE.....	9
5.2.	DEROULEMENT DE LA MISSION.....	10
5.2.1.	Références réglementaires et normatives.....	10
5.2.2.	Définition de l'Analyse du Risque Foudre.....	11
5.2.3.	Déroulement de l'Etude Technique.....	12
6.	PRESENTATION DU SITE.....	13
6.1.	CARACTERISTIQUES DU SITE.....	13
6.1.1.	Adresse.....	13
6.1.2.	Descriptif.....	13
6.2.	ACTIVITES CLASSEES : LISTE DES INSTALLATIONS REPERTORIEES DANS LA NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES.....	13
7.	ANALYSE DE RISQUE Foudre (A.R.F.).....	14
7.1.	DENSITE DE FOUOROIEMENT.....	14
7.2.	RESISTIVITE DU SOL.....	14
7.3.	IDENTIFICATION DES STRUCTURES A PROTEGER.....	15
7.4.	IDENTIFICATION DES RISQUES DUS A LA Foudre.....	16
7.4.1.	Risque d'incendie.....	16
7.4.2.	Risque environnemental.....	16
7.4.3.	Risque d'explosion.....	16
7.4.4.	Présence humaine.....	16
7.4.5.	Situation relative des bâtiments.....	16
7.5.	DETERMINATION DES NIVEAUX DE PROTECTION.....	17
7.5.1.	Bloc 1 : Digesteur.....	17
7.5.2.	Bloc 2 : Bâtiment de déconditionnement.....	18
7.5.3.	Bloc 3 : Centrale électrique.....	19
7.5.4.	Bloc 4 : Bâtiment de traitement lixivais.....	20
7.5.5.	Equipements ou fonctions à protéger.....	21
8.	CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre.....	24
9.	ETUDE TECHNIQUE.....	25
9.1.	PRINCIPES DE PROTECTION : IEPF ET IIPF.....	25
9.1.1.	Les Installations Extérieures de Protection Foudre (I.E.P.F.).....	25
9.1.2.	Les Installations Intérieures de Protection Foudre (I.I.P.F.).....	26
9.2.	PRECONISATIONS.....	31
9.2.1.	Protections : Les Installations Extérieures de Protection Foudre (IEPF).....	31
9.2.2.	Protections : Les Installations Intérieures de Protection Foudre (IIPF).....	33
9.2.2.1.	Rappel Général.....	33
9.2.2.2.	Liste des Parafoudres à installer.....	35
9.2.2.3.	Equipements Importants Pour la Sécurité.....	37
9.3.	EQUIPOTENTIALITE.....	38
9.4.	OBSERVATIONS.....	39

9.5.	REALISATION : QUALIFICATION ET CERTIFICATION.....	39
9.5.1.	Qualification de l'entreprise.....	39
9.5.2.	La certification.....	39
10.	VERIFICATION DES PROTECTIONS CONTRE LA Foudre.....	41
10.1.	VERIFICATION INITIALE.....	41
10.2.	VERIFICATIONS PERIODIQUES.....	41
10.3.	VERIFICATIONS SELON LA NORME NFC 17102.....	41
10.4.	VERIFICATIONS SELON LA NORME NF EN 62 305-4.....	43
10.5.	RAPPORT DE VERIFICATION.....	44
10.6.	MAINTENANCE.....	44
11.	LA PROTECTION DES PERSONNES.....	45
11.1.	PREVENTION ET ENREGISTREMENT DES IMPACTS.....	45
11.1.1.	La détection d'orage et l'enregistrement.....	45
11.1.2.	Les mesures de sécurité.....	45
11.2.	TENSION DE PAS ET DE CONTACT.....	46
11.2.1.	Tension de contact.....	46
11.2.2.	Tension de pas.....	46
12.	ANNEXES.....	47
12.1.	ANNEXE 1 : PLAN DE MASSE.....	48
12.2.	ANNEXE 3 : VISUALISATION DES RISQUES R1 AVEC ET SANS PROTECTION.....	49
12.3.	ANNEXE 3 : COMPTE RENDU ANALYSE DE RISQUE (JUPITER).....	53
12.4.	ANNEXE 4 : CARNET DE BORD QUALIFoudre.....	70
12.5.	ANNEXE 5 : NOTICE DE VERIFICATION ET MAINTENANCE.....	75

### 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 évacuer 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 (Np) :

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 importants 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 évacuer 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.



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 rapides 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<sup>me</sup> GROS).

Référence du document	
Titre	Numéro(s)
Plan de masse	Date : 30/10/2013
Schéma unifilaire HTA	Date 18/10/2013
Zones ATEX	Date : mail du 31/10/2013
Plan de situation	/
Vue aérienne d'implantation du projet	/
Présentation du projet à la Direction Départementale de la Protection des Populations de l'Isère	Date : 2013

La révision 1 du dossier se base sur les documents listés ci-dessous et sur les informations fournies par L'ARTIFEX (M<sup>me</sup> GROS).

Référence du document	
Titre	Numéro(s)
Plan de masse	Date : 22/05/2017
Plan des réseaux	Date : 22/05/2017
Dossier de demande d'autorisation unique – 2	Date : 2017
Lettre de demande et présentation du projet	Date : 18/04/2017
Plan du permis de construire	/
Schéma électrique – Implantation des postes de transformation	/

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).

\* Plan des réseaux (CFO, CFA, terre), étude de dangers, résistivité du sol.

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 (Décembre 2006)	Protection contre la foudre, Partie 2 : Evaluation du risque
NF EN 62305-3 (Décembre 2012)	Protection contre la foudre, Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
NF EN 62305-4 (Décembre 2012)	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 (Aout 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

**SAINT-LOUIS ENERGIE**

Lieu-dit « Les Garennes »

38 280 ANTHON

#### 6.1.2. Descriptif

L'étude concerne un projet d'unité de méthanisation agricole et territorial situé sur les terres agricoles du GAEC Saint-Louis (activité d'élevage bovin).

### 6.2. Activités classées : Liste des installations répertoriées dans la nomenclature des installations classées

Rubrique ICPE	Seuil de classement Quantité présente ou traitée (Q) : Puissance installée > 500 kW	Classement (rayon d'affichage)	Capacité du projet	Classement du projet
2220-2 : Broyage, concassage, emballage, déchiquetage, envasage, pulvérisation, intrusion, granulation, nettoyage, tamisage, blutage, mélange, épiloche et décontion des substances végétales et de tous produits organiques naturels, y compris la fabrication d'éléments composés pour animaux, mais à l'exclusion des déchets visés par les rubriques 2220, 2221, 2225, 2226.	100 kW < Puissance installée ≤ 500 kW	D	Broyeur pour déchets verts 250 kW Crible pour compostage 75 kW Total : 325 kW	D
2716 : Installation de transit, regroupement ou In de déchets non dangereux non inertes à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2713, 2714, 2715 et 2719	Q ≥ 1 000 m <sup>3</sup> 100 m <sup>3</sup> ≤ Q < 1 000 m <sup>3</sup>	A (1) DC	Activité de déconditionnement de biodéchets : stockage de 150 m <sup>3</sup> maximum	DC
2780-3 : Compostage d'autres déchets	-	A (2)	Compostage du digestat solide avec des déchets verts : 32 t/j	A (2)
2781-1 : Unité de méthanisation (matière végétale brute, effluents d'élevage, matières fécales, lactosérum, déchets végétaux)	Q ≥ 60 t/j 30 t/j ≤ Q < 60 t/j Q ≤ 30 t/j	A (2) E DC	Méthanisation de 70 t/j (effluents d'élevage, matières végétales et biodéchets)	A (2)
2781-2 : Unité de méthanisation	Méthanisation d'autres déchets non dangereux	A (2)		
2791 : Installation de traitement de déchets non dangereux à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2720, 2760, 2771, 2780, 2781 et 2792	Q ≥ 10 t/j Q < 10 t/j	A (1) DC	Activité de déconditionnement de biodéchets : > 10 t/j	A (1)
2910-B-2-a) : Combustion du biogaz	Produits consommés seuls ou en mélange différents de ceux visés en A et C et 0,1 MW < puissance thermique nominale < 20 MW	E	Moteur de cogénération de 499 kWé soit 531 kWh	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 : Dossier de demande d'autorisation unique – 2 Lettre de demande et présentation du projet

## 7. ANALYSE DE RISQUE FOUDRE (A.R.F)

### 7.1. Densité de foudroiement

La densité qui est prise en compte dans cette étude correspond au nombre d'impacts par an au Km<sup>2</sup> sur le site. Elle est fournie par la carte de la F11 de la NF C 17 102 :



Densité moyenne de points de contacts / an / km<sup>2</sup> [N/g]<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Les calculs ont été réalisés à partir de la base de Données Foudre de Météorage sur la période 1994 à 2013.

<sup>2</sup> Les calculs sur la Corse ont été réalisés à partir de la base de Données Foudre de Météorage sur la période 1994 à 2013. Ces valeurs sont des moyennes et des variations sont importantes et peuvent varier localement.

Densité de foudroiement sur le site : Nsg = 2,6

### 7.2. Résistivité du sol

En l'absence de données précises et en application de la norme NF EN 62-305-2, nous retenirons la valeur par défaut soit 500 Ωm.

### 7.3. Identification des structures à protéger

Le site sera étudié en 4 blocs selon la méthode probabiliste. Ces blocs sont découpés en fonction de l'implantation géographique et des activités des différentes unités.

- Bloc 1 : Digesteur,
- Bloc 2 : Bâtiment de déconditionnement,
- Bloc 3 : Centrale électrique,
- Bloc 4 : Bâtiment de traitement lixiviats.

Une approche déterministe sera réalisée pour :

- les cuves fuel,
- les stockages ouverts (compost, fumier).

Les unités suivantes ne comportent pas de risque particulier vis à vis de la foudre. Elles ne seront pas étudiées selon la méthode probabiliste dans notre rapport :

- Bureaux + locaux sociaux.

### 7.4. Identification des risques dus à la foudre

#### 7.4.1. Risque d'incendie

Le risque incendie sera qualifié « élevé » pour les unités suivantes :

- Bloc 1 : Digesteur : présence de zones ATEX 21 et 22.
  - Bloc 2 : Bâtiment de déconditionnement : présence de matière à fort pouvoir calorifique (biomasse).
- Par contre, pour les blocs suivants il sera quantifié « ordinaire » :
- Bloc 3 : Centrale électrique.
  - Bloc 4 : Bâtiment de traitement lixiviats.

Le site dispose de moyens d'extinction dits « manuels » (extincteurs, R/A). Le temps d'intervention des pompiers ne nous a pas été communiqué.

#### 7.4.2. Risque environnemental

En l'absence de produits dangereux pour l'environnement en quantité significative sur le site, ce risque 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.

### 7.5. Détermination des niveaux de protection

#### 7.5.1. Bloc 1 : Digesteur

Description des Bâtiments :	
Activité :	<input checked="" type="checkbox"/> Industriel <input type="checkbox"/> Bureau <input type="checkbox"/> Autres :
Dimension :	Diamètre : 28 m Hauteur : 8,1 m H max :
Sol :	<input checked="" type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Carrelage <input type="checkbox"/> Lino <input type="checkbox"/> Autres :
Ossature verticale :	<input checked="" type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Métallique <input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> Autres :
Toiture :	<input type="checkbox"/> Bac acier <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Fibro-ciment <input type="checkbox"/> Tuiles <input checked="" type="checkbox"/> Autres : Membranes
Réseau de Terre : Information non disponible	

Description des lignes externes :	
Nombre de lignes :	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Autres :
Lignes	1 2 3
Nom de l'équipement :	Alimentation électrique Instrumentation
HT/BT/CFA	BT CFA
Nom du Bâtiment connecté à cette ligne	Exploitation Exploitation
Longueur de la Connexion	50 m 50 m
Aérien/Souterrain	Souterrain Souterrain

 <b>ETUDES, CONTROLES &amp; MAINTENANCE</b> Tel : 03 27 996 389	Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET <b>SAINT-LOUIS ENERGIES</b> Anthon (38)	22/06/2017 Révision 1 Page 17/84
---	---	--

#### 7.5.2. Bloc 2 : Bâtiment de déconditionnement

Description des Bâtiments :	
Activité :	<input checked="" type="checkbox"/> Industriel <input type="checkbox"/> Bureau <input type="checkbox"/> Autres :
Dimension :	Longueur : 16 m Largeur : 11 m Hauteur : 9,1 m H max :
Sol :	<input checked="" type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Carrelage <input type="checkbox"/> Lino <input type="checkbox"/> Autres :
Ossature verticale :	<input type="checkbox"/> Béton <input checked="" type="checkbox"/> Métallique <input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> Autres :
Facade :	<input checked="" type="checkbox"/> Bardage métallique <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Fibro-ciment <input type="checkbox"/> Briques <input type="checkbox"/> Autres :
Charpente :	<input type="checkbox"/> Béton <input checked="" type="checkbox"/> Métallique <input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> Autres :
Toiture :	<input checked="" type="checkbox"/> Bac acier <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Fibro-ciment <input type="checkbox"/> Tuiles <input type="checkbox"/> Autres :
Réseau de Terre : Information non disponible	

Description des lignes externes :	
Nombre de lignes :	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Autres :
Lignes	1 2 3
Nom de l'équipement :	Alimentation électrique Instrumentation
HT/BT/CFA	BT CFA
Nom du Bâtiment connecté à cette ligne	Exploitation Exploitation
Longueur de la Connexion	100 m 100 m
Aérien/Souterrain	Souterrain Souterrain

 <b>ETUDES, CONTROLES &amp; MAINTENANCE</b> Tel : 03 27 996 389	Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET <b>SAINT-LOUIS ENERGIES</b> Anthon (38)	22/06/2017 Révision 1 Page 18/84
--	---	--

7.5.3. Bloc 3 : Centrale électrique

Description des Bâtiments :	
Activité :	<input checked="" type="checkbox"/> Industriel <input type="checkbox"/> Bureau <input type="checkbox"/> Autres :
Dimension :	Longueur : 15 m Largeur : 5 m Hauteur : 6,5 m H max :
Sol :	<input checked="" type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Carrelage <input type="checkbox"/> Lino <input type="checkbox"/> Autres :
Ossature verticale :	<input type="checkbox"/> Béton <input checked="" type="checkbox"/> Métallique <input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> Autres :
Facade :	<input checked="" type="checkbox"/> Bardage métallique <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Fibro-ciment <input type="checkbox"/> Briques <input type="checkbox"/> Autres :
Charpente :	<input type="checkbox"/> Béton <input checked="" type="checkbox"/> Métallique <input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> Autres :
Toiture :	<input checked="" type="checkbox"/> Bac acier <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Fibro-ciment <input type="checkbox"/> Tuiles <input type="checkbox"/> Autres :
Réseau de Terre :	Information non disponible

Description des lignes externes :	
Nombre de lignes :	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Autres :
Lignes	1 2 3
Nom de l'équipement :	TGBT Instrumentation
HT/BT/CFA	BT CFA
Nom du Bâtiment connecté à cette ligne	Poste de transformation Exploitation
Longueur de la Connexion	50 m 50 m
Aérien/Souterrain	Souterrain Souterrain

 <b>ETUDES, CONTROLES &amp; MAINTENANCE</b> Tel : 03 27 996 389	Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET <b>SAINT-LOUIS ENERGIES</b> Anthon (38)	22/06/2017 Révision 1 Page 19/84
--	---	--

7.5.4. Bloc 4 : Bâtiment de traitement lixiviate

Description des Bâtiments :	
Activité :	<input checked="" type="checkbox"/> Industriel <input type="checkbox"/> Bureau <input type="checkbox"/> Autres :
Dimension :	Longueur : 20 m Largeur : 11 m Hauteur : 8,7 m H max :
Sol :	<input checked="" type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Carrelage <input type="checkbox"/> Lino <input type="checkbox"/> Autres :
Ossature verticale :	<input type="checkbox"/> Béton <input checked="" type="checkbox"/> Métallique <input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> Autres :
Facade :	<input checked="" type="checkbox"/> Bardage métallique <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Fibro-ciment <input type="checkbox"/> Briques <input type="checkbox"/> Autres :
Charpente :	<input type="checkbox"/> Béton <input checked="" type="checkbox"/> Métallique <input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> Autres :
Toiture :	<input checked="" type="checkbox"/> Bac acier <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Fibro-ciment <input type="checkbox"/> Tuiles <input type="checkbox"/> Autres :
Réseau de Terre :	Information non disponible

Description des lignes externes :	
Nombre de lignes :	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Autres :
Lignes	1 2 3
Nom de l'équipement :	Alimentation électrique Instrumentation
HT/BT/CFA	BT CFA
Nom du Bâtiment connecté à cette ligne	Exploitation Exploitation
Longueur de la Connexion	100 m 100 m
Aérien/Souterrain	Souterrain Souterrain

 <b>ETUDES, CONTROLES &amp; MAINTENANCE</b> Tel : 03 27 996 389	Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET <b>SAINT-LOUIS ENERGIES</b> Anthon (38)	22/06/2017 Révision 1 Page 20/84
---	---	--



<b>7.5.5. Equipements ou fonctions à protéger</b>	
Voici des équipements retenus comme barrières de sécurité pour le risque d'incendie/d'explosion :	
<b>Equipement</b>	<b>Organe de sécurité associé</b>
Digesteur	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 <sub>4</sub> , O <sub>2</sub> ...) 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) Inertage du ciel gazeux à l'azote avant maintenance Maintenance réalisée par des professionnels DéTECTEUR de niveau haut et de niveau bas Contrôle du débit par automatisé de l'alimentation Double membrane : membrane étanche au gaz et membrane extérieure de protection semi-rigide Fixation par un système conçu pour résister aux intempéries Protection de surpression et dépression, mécanique avec remplissage d'eau (soupape) Capteurs de pression Signalisation du risque ATEX avec panneaux d'interdiction de fumer, d'approcher une flamme nue
Aire de rétention	Les cuves sont positionnées sur une zone en pente vers un bassin de rétention étanche de 1 850 m <sup>3</sup> . Le bassin permet de retenir les matières en cas de débordement ou de perte d'étanchéité. Un dispositif de drainage est mis en place sous les cuves enterrées afin de détecter d'éventuelles fuites (contrôle). Canalisations en acier inoxydable 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
Container de cogénération	Détecteur de méthane Si la valeur dépasse le seuil, l'alarme et le système de sécurité se déclenchent. Détecteur de fumée Mesure de la température

 <b>ETUDES, CONTROLES &amp; MAINTENANCE</b> Tel : 03 27 996 389	<b>Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET</b> <b>SAINT-LOUIS ENERGIES</b> Anthon (38)	22/06/2017
		Révision 1
		Page 21/84

<b>Equipement</b>	<b>Organe de sécurité associé</b>
	Contrôle de la température-circuit de chauffage de la centrale de cogénération Détection de fuite Ventilation forcée La ventilation forcée est asservie à la détection de méthane : - Premier seuil à 20% de la LIE : la ventilation est forcée à 100%, - Deuxième seuil à 40% de la LIE : la ventilation est forcée à 100% et l'électricité du local est coupée.
Plateforme de compostage	Suivi de la température Contrôle de l'aération Surveillance visuelle régulière
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 automatisé de l'alimentation

Voici les équipements vulnérables aux effets de la foudre :

<b>Equipement</b>	<b>Organe de sécurité associé</b>
Digesteur	Capteur de pression (haute et basse) DéTECTEUR de niveau haut et de niveau bas Contrôle du débit par automatisé de l'alimentation
Gazomètre	Capteurs de pression
Canalisations aériennes de biogaz	Capteur de pression (haute et basse) Vannes de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz
Container de cogénération	Détecteur de méthane Si la valeur dépasse le seuil, l'alarme et le système de sécurité se déclenchent. Détecteur de fumée Mesure de la température Contrôle de la température-circuit de chauffage de la centrale de cogénération Détection de fuite Ventilation forcée La ventilation forcée est asservie à la détection de méthane : - Premier seuil à 20% de la LIE : la ventilation est forcée à 100%, - Deuxième seuil à 40% de la LIE : la ventilation est forcée à 100% et l'électricité du local est coupée.

 <b>ETUDES, CONTROLES &amp; MAINTENANCE</b> Tel : 03 27 996 389	<b>Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET</b> <b>SAINT-LOUIS ENERGIES</b> Anthon (38)	22/06/2017
		Révision 1
		Page 22/84



Equipement	Organe de sécurité associé
Torchère	Détecteur de flamme (lampe UV) Torchère placée loin de tout passage
Toutes les cuves	Détecteur de niveau haut et de niveau bas Contrôle du débit par automatisé de l'alimentation

 <b>ETUDES, CONTROLES &amp; MAINTENANCE</b> Tel : 03 27 996 389	<b>Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET</b> <b>SAINT-LOUIS ENERGIES</b> Anthon (38)	22/06/2017
		Révision 1

## 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
<b>Bloc 1 : Digesteur</b>	Protection de niveau IV nécessaire sur la structure	Protection de niveau IV sur les lignes externes
<b>Bloc 2 : Bâtiment de déconditionnement</b>	Protection de niveau IV nécessaire sur la structure	Protection de niveau IV sur les lignes externes
<b>Bloc 3 : Centrale électrique</b>	Structure ne nécessitant pas de protection	Lignes externes ne nécessitant pas de protection
<b>Bloc 4 : Bâtiment de traitement lixiviats</b>	Structure ne nécessitant pas de protection	Lignes externes ne nécessitant pas de protection

### STRUCTURES ETUDIEES SELON LA METHODE DETERMINISTE

- Cuves fuel : Assurer l'équipotentialité. Pas de dépotage en période orageuse.
- Stockages ouverts (compost, fumier) : Pas d'activité en période orageuse.

### ELEMENTS IMPORTANTS POUR LA SECURITE

Nécessité de protéger chaque EIPS par des parafoudres adaptés.

### PREVENTION

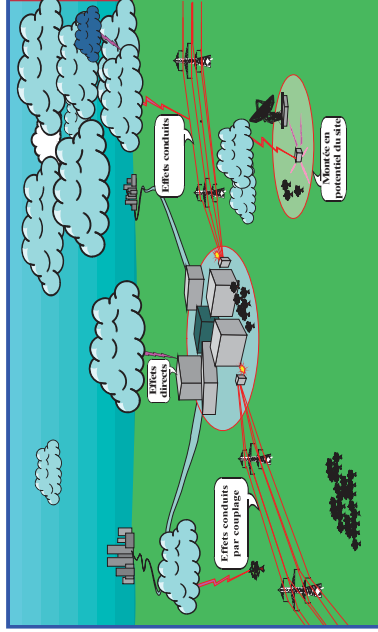
Mise en place d'une procédure de prévention d'orage à intégrer aux procédures d'exploitation (pas de dépotage, de travaux en hauteur ou électrique, pas d'activité dans les stockages ouverts, pas d'engins de manutention en extérieur).

*Document joint => Visualisation des risques R1 avec et sans protection (Annexe 2)  
Document joint => Compte rendu Analyse de Risque (JUPITER) (Annexe 3)*

 <b>ETUDES, CONTROLES &amp; MAINTENANCE</b> Tel : 03 27 996 389	<b>Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET</b> <b>SAINT-LOUIS ENERGIES</b> Anthon (38)	22/06/2017
		Révision 1

## 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.

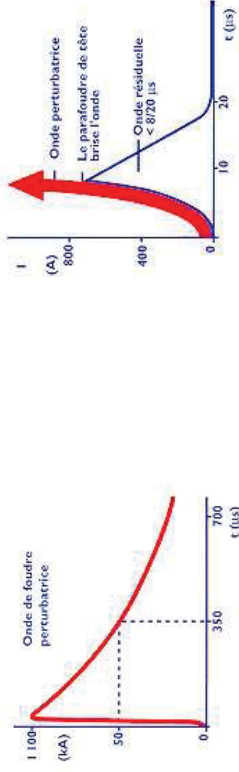
Toutes les parties métalliques doivent être raccordées à une liaison équipotentielle les reliant à la terre pour éviter les décharges électrostatiques et les risques d'amorçage.

#### 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.

#### 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 ( $M_f$ )	
	Niveau kéraunique ( $M_k$ )	Niveau kéraunique ( $M_k$ )
Bâtiment équipé d'un paratonnerre	$M_f \leq 2,5$	$M_f > 2,5$
	Obligatoire <sup>(2)</sup>	Obligatoire <sup>(2)</sup>
Alimentation BT par une ligne entièrement ou partiellement aérienne <sup>(3)</sup>	$M_f \leq 25$ (AQ1)	$M_f > 25$ (AQ2)
	Obligatoire <sup>(4)</sup>	Obligatoire <sup>(5)</sup>
Alimentation BT par une ligne entièrement souterraine	Non obligatoire <sup>(4)</sup>	Obligatoire <sup>(5)</sup>
	Non obligatoire <sup>(4)</sup>	Non obligatoire <sup>(4)</sup>
L'indisponibilité de l'installation et/ou des matériels concerne la sécurité des personnes <sup>(1)</sup>	Non obligatoire <sup>(4)</sup>	Obligatoire
	Non obligatoire <sup>(4)</sup>	Obligatoire

<sup>(1)</sup> c'est le cas par exemple :  
- de certaines installations ou une médicalisation à domicile est présente ;  
- d'installations comportant des Systèmes de Sécurité Incendie, d'alarmes techniques, d'alarmes sociales, etc.

<sup>(2)</sup> 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 interconnectées 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).

<sup>(3)</sup> Les lignes aériennes constituées de conducteurs isolés avec écran métallique relié à la terre sont à considérer comme équivalentes à des câbles souterrains.

<sup>(4)</sup> 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.

<sup>(5)</sup> 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.

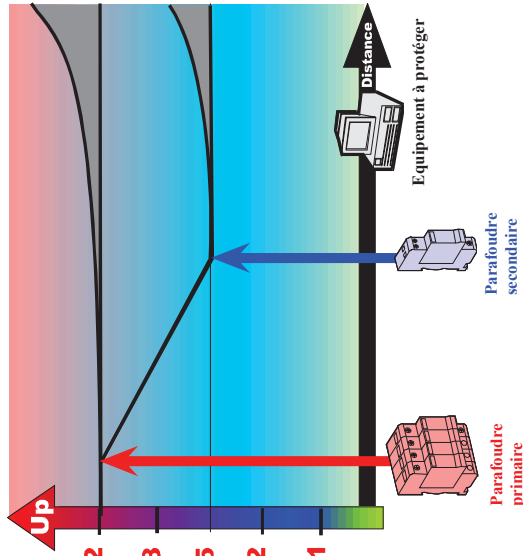
Lorsqu'un parafoudre est mis en œuvre sur le circuit de puissance, il est recommandé d'en installer aussi sur le circuit de communication (voir analyse du risque dans le guide UTE C 15-443).

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.

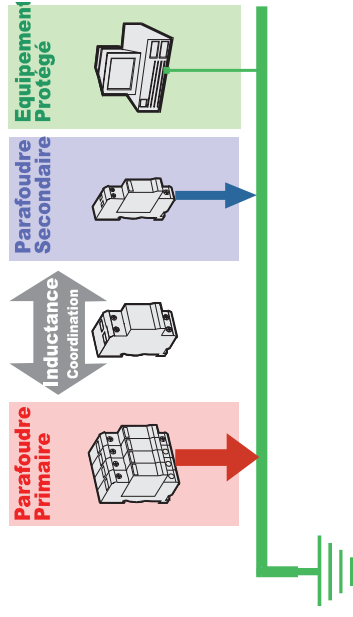
### En cas d'impossibilité :

- 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.

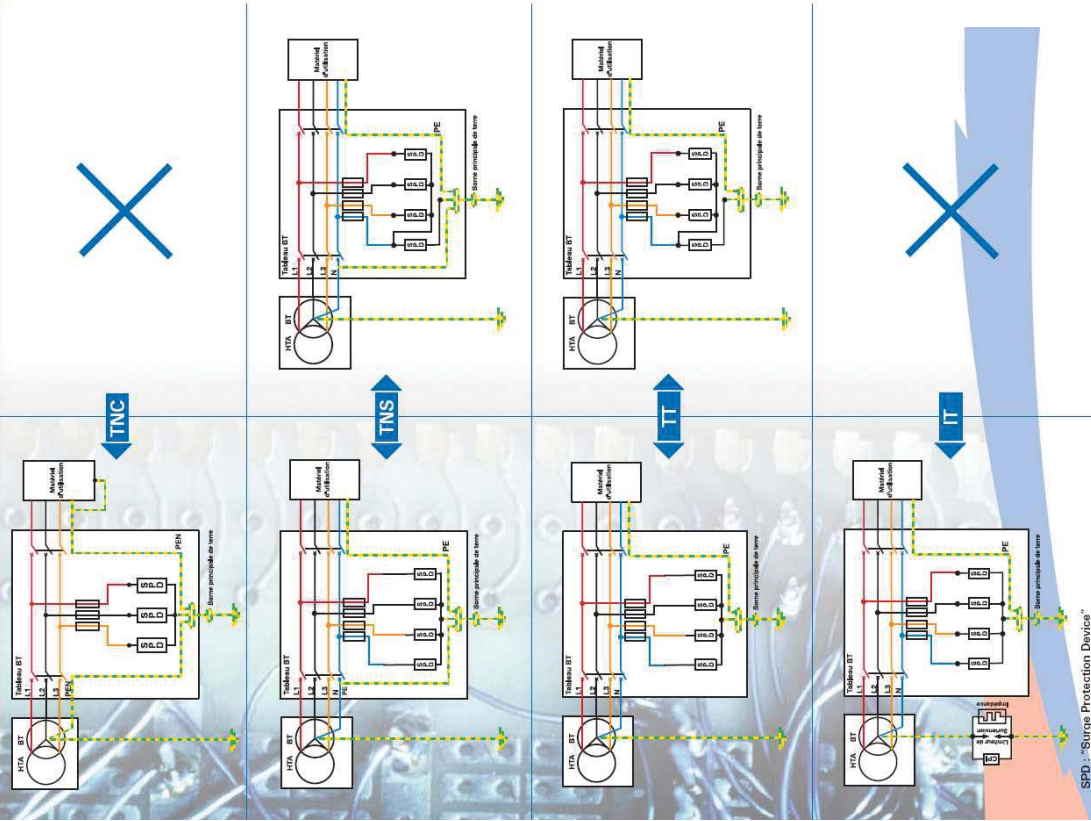
Dans le cas contraire, une inductance de découplage doit être adaptée au courant nominal au point considéré, pour assurer une bonne coordination de l'ensemble.



## Configurations possibles suivant le régime de neutre

MODE COMMUN (C1)

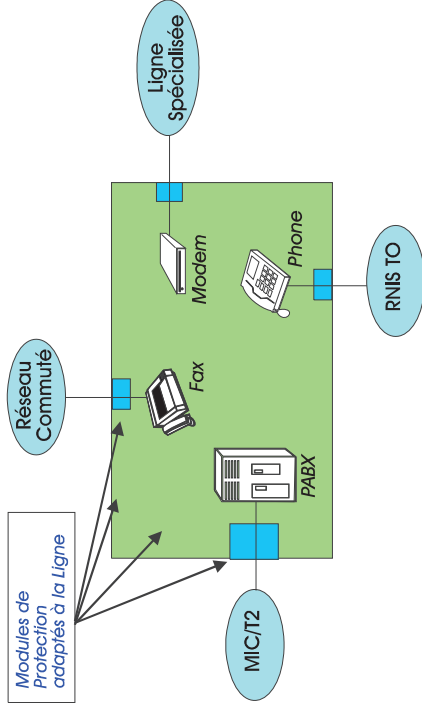
MODE COMMUN + DIFFERENTIEL (C2)



### 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 ( $\Delta L$ ) 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 des IEPF :

Afin d'éviter tout impact sur la bâche PVC du digesteur et sur les toitures en bac acier bâtiment de déconditionnement (risque de perforation) nous optons pour la solution du PDA. En effet, les pointes captives et la cage maillée sont économiquement et techniquement inadaptées au site.

Deux descentes sont nécessaires pour ce paratonnerre. Une descente dédiée sera installée et l'ossature métallique du bâtiment fera office de second conducteur naturel de descente.

En l'absence d'informations sur le réseau de terre du bâtiment, les prises de terre de type A sont retenues.

Afin de protéger le site contre les effets directs de la foudre, il sera nécessaire de respecter les points suivants :

#### ➔ PDA sur le déconditionnement :

- o Installation d'1 Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage testable de 60  $\mu$ s sur un mât de 5 m. 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 d'une descente normalisée dédiée.
- o Utilisation de l'ossature métallique du bâtiment comme second conducteur naturel de descente.
- o En partie basse de la descente, mise en place de :
  - Un joint de contrôle en laiton matricé à 2 mètres du sol pour la mesure de la prise de terre paratonnerre,
  - Un fourreau de protection mécanique en inox de 2 mètres,
  - Un regard de visite au niveau du sol pour l'accès au raccordement.
- o Réalisation au pied de chaque descente, d'une terre paratonnerre de type A.

N.B. : Les prises de terre seront éloignées des réseaux enterrés.

- 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 dédiée. Un compteur horodaté permet d'enregistrer précisément les agressions foudre.

#### **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.

Dans notre cas, les descentes cheminant sur des surfaces métalliques, la distance de séparation est nulle (sous réserve de mise à la terre des bardages).

#### **Remarque 1 :**

Les travaux devront être effectués par un professionnel agréé **Qualifoudre**.  
L'entreprise devra fournir son attestation **QUALIFOUDRE** à la remise de son offre.

#### **Remarque 2 :**

Les IEPF devront répondre aux différentes normes produits afférentes à la série NF EN 62 561-1 à -7. Les PDA doivent être conformes à la NF C 17 102.

*Document joint => Notice de vérification et de maintenance (Annexe 5)*

## 9.2.2. Protections : Les Installations Intérieures de Protection Foudre (IIPF)

### 9.2.2.1. Rappel Général

#### DIMENSIONNEMENT DES PARAFONDRES DE TYPE 1

Selon la NF EN 62305-1, les caractéristiques des parafoudres sont issues du niveau de protection préalablement calculé selon la NF EN 62305-2.

#### 1. ECOULEMENT DU COURANT DE FONDRE

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 If (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.

$$I_t = k_g I \quad (E.1)$$

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  $k_g$  peut être évaluée pour un élément conducteur extérieur par :

$$k_g = 0,5 \sqrt{(n_1 + n_2)} \quad (E.4)$$

#### 2. DIMENSIONNEMENT DES PARAFONDRES

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			
	I	II	III	IV
Paramètres du courant	Symbole	Unité		
Courant crête	$I$	kA	200	150
			100	100
Soit 50% de I			100	75
			50	50

## 3. GUIDE DE CHOIX

Le courant impulsif  $I_{imp}$  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 :

- du nombre de lignes de l'alimentation électrique extérieure du bâtiment (donc selon régime du neutre, de leur nombre de fils respectifs)
- des éventuelles autres lignes extérieures (telles que les alimentations d'éclairages extérieurs)
- 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
IT avec neutre (Tri + neutre)	25	18.8	12.5	
IT sans neutre (Tri)	33.3	25	16.7	
TNC	33.3	25	16.7	
TNS (Tri + neutre)	25	18.8	12.5	
TNS (Mono)	50	37.5	25	
TT (Tri + neutre)	25	18.8	12.5	
TT (Mono)	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,**
- de **l'armoire divisionnaire du bâtiment déconditionnement.**

Coté consommation le régime sera TN-S. Coté production le régime de neutre sera TN-C.

Ces parafoudres auront les caractéristiques suivantes :

- o Une tension maximum de fonctionnement  $U_c \geq 400 \text{ V}$ ,
- o Un courant maximal de décharge ( $I_{imp}$ )  $\geq 12,5 \text{ kA}$  (en onde 10/350  $\mu\text{s}$ ),

Calcul du  $I_{imp}$  :

$Np = I_{imp} \geq 50 / (n1 + n2)$ . Dans notre cas  $n1 + n2 \geq 2$  (BT + CFA). D'où  $I_{imp} \geq 25 \text{ kA}$ . La distribution est à minima triphasé donc  $25/3 = 8,33 \text{ kA}$ . La norme NF C 15 100 impose  $12,5 \text{ kA}$  minimum.

- o Un niveau de protection (tension résiduelle sous  $I_{imp}$ )  $U_p \leq 2,5 \text{ kV}$ .
- o Ils seront obligatoirement accompagnés d'un dispositif de déconnexion (fusible ou disjoncteur).

Nous recommandons l'installation de parafoudres pour la protection des **lignes téléphoniques** (sauf en cas d'utilisation de fibre optique). Le nombre et le type seront à valider par le client.

Type Utilisation	RTC ADSL	Ligne 48 V RNIS-T0 Profibus PA Fipway WorldFIP Fieldbus H2	Ligne 24 V Boucle de courant 4-20 mA LS	Ligne 12V RS232 Profibus FMS Profibus DP Interbus Fieldbus H1 Ien WORK	Ligne 6V RS422 RS485 MIC/T2 10BaseT
Configuration	1 paire+blindage	1 paire+blindage	1 paire+blindage	1 paire+blindage	1 paire+blindage
Tension nominale de ligne (Un)	150 V	48 V	24 V	12 V	6 V
Tension maximale de ligne (Uc)	170 V	53 V	28 V	15 V	8 V
Courant max. de ligne (IL)	300 mA	300 mA	300 mA	300 mA	300 mA
Niveau de protection (Up)	220 V	70 V	40 V	30 V	20 V
Courant de décharge nom. (In) sur onde 8/20 $\mu\text{s}$ - 10 chocs	5 kA	5 kA	5 kA	5 kA	5 kA
Courant de décharge max. (Imax) sur onde 8/20 $\mu\text{s}$ - 1 choc	20 kA	20 kA	20 kA	20 kA	20 kA
Courant de choc (Iimp) sur onde 10/350 $\mu\text{s}$ - 2 chocs	5 kA	5 kA	5 kA	5 kA	5 kA
Fin de vie	Court-circuit	Court-circuit	Court-circuit	Court-circuit	Court-circuit
Débit max.	10 Mbit/s	10 Mbit/s	10 Mbit/s	10 Mbit/s	10 Mbit/s



### 9.2.2.3. Equipements Importants Pour la Sécurité

Rappel : Ces équipements sont essentiels et permettent de limiter de façon importante soit la fréquence, soit la gravité d'un événement pouvant être majeur sans ses barrières.

**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.**

Equipement	Organe de sécurité associé
Digesteur	Capteur de pression (haute et basse) Détecteur de niveau haut et de niveau bas Contrôle du débit par automatisé de l'alimentation
Gazomètre	Capteurs de pression
Canalisations aériennes de biogaz	Capteur de pression (haute et basse) Vannes de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz
Container de cogénération	Décteur de méthane Si la valeur dépasse le seuil, l'alarme et le système de sécurité se déclenchent. Décteur de fumée Mesure de la température Contrôle de la température-circuit de chauffage de la centrale de cogénération Ventilation forcée La ventilation forcée est asservie à la détection de méthane : - Premier seuil à 20% de la LIE : la ventilation est forcée à 100%, - Deuxième seuil à 40% de la LIE : la ventilation est forcée à 100% et l'électricité du local est coupée.
Torchère	Décteur de flamme (lampe UV) Torchère placée loin de tout passage
Toutes les cuves	Décteur de niveau haut et de niveau bas Contrôle du débit par automatisé de l'alimentation

Cette liste pourra être modifiée par le service HSE de l'exploitant.

Les parafoudres 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 10 m.

Ces parafoudres de type II auront les caractéristiques suivantes :

- o Une tension maximum de fonctionnement  $U_c \geq 400 \text{ V}$
- o Un courant nominal de décharge (en onde 8/20)  $I_n \geq 5 \text{ kA}$ ,
- o Un niveau de protection (tension résiduelle sous In)  $U_p \leq 1,5 \text{ kV}$ .

#### 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 5)

### 9.3. Equipotentialité

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 :

- Canalisations métalliques : gaz en acier inoxydable, en acier noir peint les tuyauteries biomasse,
- Torchère,
- Cheminée,
- Cuves métalliques (méthanol, fuel, ...),
- Digesteur,
- Bardage métallique,
- Conteneur technique de méthanisation,
- ...

La liste exhaustive des canalisations est reprise sur le « tableau de correspondance diamètre nominal canalisations process ».

#### 9.4. 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.

#### 9.5. REALISATION : Qualification et Certification

##### **9.5.1. Qualification de l'entreprise**

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 **QUALIFOUORE** de Niveau C à la remise de son offre.

##### **9.5.2. La certification**



##### ❖ **Que veut dire QUALIFOUORE ?**

La marque QUALIFOUORE identifie les sociétés compétentes dans le domaine de la foudre. Ce label garantit la qualité des services fournis liés à la protection et la prévention contre la foudre. Il peut être attribué aux fabricants, aux Bâtiment principal d'études, aux installateurs et aux Bâtiment principal de contrôle.

L'INERIS vérifie, selon les exigences définies dans le référentiel que les moyens mis en œuvre par l'entreprise qualifiée sont appropriés et suffisants. La compétence des intervenants est également examinée et fait l'objet de certificats de compétence.

##### ❖ **Points fort de QUALIFOUORE**

Exigences du label

- Le label est accordé pour une activité : Fabriquant ou Bureau d'études ou Installateur ou Bureau de contrôle.
  - Le personnel ou le responsable de la mission possède un certificat de compétence qui implique une formation initiale d'un niveau adapté, une formation complémentaire spécifique aux missions confiées et une expérience suffisante.
  - La société qualifiée a mis en place une démarche qualité qui vise la satisfaction de ses clients et assure une traçabilité de ses travaux pour conserver sa qualification.
- Amélioration permanente des connaissances
- Les professionnels qualifiés bénéficient du soutien de **l'INERIS** pour résoudre des difficultés techniques et promouvoir les compétences.
  - Les réunions des professionnels qualifiés favorisent le partage des expériences et visent à homogénéiser les méthodes.

##### ❖ **Principaux avantages de QUALIFOUORE**

- Pour obtenir une protection optimum :

Pour obtenir une protection efficace et optimisée, il suffit de faire appel aux professionnels identifiés par le label **Qualifoudre**. La liste des professionnels est consultable sur Internet; il est même possible de vérifier que l'intervenant responsable de la mission possède un certificat de compétence.

- Pour valoriser des compétences :

Le label **QUALIFOUORE** garantit la qualité des travaux et le professionnalisme des intervenants. Il est utilisé pour démontrer les compétences de l'entreprise qualifiée. La promotion du label par l'INERIS conduit à une augmentation des demandes vers les entreprises labellisées.

## 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

Il dispose 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. Vérifications selon la norme NFC 17102

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 équipotentielles ;
- 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.

### 8.7 Maintenance

Il est recommandé de corriger tous les défauts constatés dans le SPF à dispositif d'amorçage lors d'une vérification dès que possible afin de maintenir une efficacité optimale. Les consignes de maintenance des composants et des dispositifs de protection sont à appliquer conformément aux instructions des manuels du fabricant.



#### 10.4. Vérifications selon la norme NF EN 62 305-4

##### 8.2 Inspection d'un SMPI

L'inspection comprend la vérification de la documentation technique, les vérifications visuelles et les mesures d'essai. Les objectifs d'une inspection sont de vérifier que

- le SMPI est conforme à sa conception;
- le SMPI est apte à sa fonction;
- toute nouvelle mesure de protection est intégrée de manière correcte dans le SMPI.

Les inspections doivent être effectuées

- lors de l'installation du SMPI,
- après l'installation du SMPI,
- périodiquement,
- après toute détérioration de composants du SMPI,
- si possible après un coup de foudre sur la structure (identifié par exemple par un compteur de foudre ou par un témoin ou encore si une évidence visuelle est constatée sur un dommage de la structure).

La fréquence des inspections périodiques doit être fixée selon les considérations suivantes:

- l'environnement local, tel que le sol ou l'atmosphère corrosive;
- le type des mesures de protection utilisées.

##### 8.2.1 Procédure d'inspection

###### 8.2.1.1 Vérification de la documentation technique

Après l'installation d'un nouveau SMPI la documentation technique doit être vérifiée pour contrôler sa conformité avec les normes appropriées, et constater l'achèvement du système. Par suite, la documentation technique doit être mise à jour d'une façon régulière, par exemple après détérioration ou extension du SMPI.

###### 8.2.1.2 Inspection visuelle

Une inspection visuelle doit être réalisée pour vérifier que

- les connexions sont serrées et qu'aucune rupture de conducteur ou de jonction n'existe,
- aucune partie du système est fragilisée par la corrosion, particulièrement au niveau du sol,
- les conducteurs de mise à la terre et les écrans de câbles sont intacts,
- il n'existe pas d'ajouts ou de modifications nécessitant une protection complémentaire,
- il n'y a pas de dommages de parafoudres et de leur fusible,
- le cheminement des câbles est maintenu,
- les distances de sécurité aux écrans spatiaux sont maintenues.

###### 8.2.1.3 Mesures

Pour les parties des mises à la terre et des équipotentielles non visibles lors de l'inspection, il convient que des mesures de continuité soient effectuées.

##### 8.2.2 Documentation pour l'inspection

Il convient de préparer un guide d'inspection pour la rendre plus facile. Il est recommandé que le guide contienne suffisamment d'informations pour aider l'inspecteur dans sa tâche, de manière qu'il puisse documenter tous les aspects de l'installation et des composants, les méthodes d'essai et l'enregistrement des résultats d'essais.

L'inspecteur doit préparer un rapport devant être annexé au rapport de conception et aux précédents rapports d'inspection. Le rapport d'inspection doit comporter au moins les informations relatives à:

- l'état général du SMPI,
- toute(s) déviation(s) par rapport aux exigences de conception;
- les résultats des essais effectués.

##### 8.3 Maintenance

Après l'inspection, tout défaut relevé doit être réparé sans délai et si nécessaire, la documentation technique doit être mise à jour.

#### 10.5. 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.

#### 10.6. 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 4)  
Document joint => Notice de vérification et maintenance (Annexe 5)*

## 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 UTE 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 :

- un homme sur une toiture représente un pôle d'attraction,
- toute intervention sur un réseau électrique (même un réseau de capteurs) présente des risques importants de choc électrique par surtensions induites.
- pas d'activité dans les stockages ouverts,
- pas de dépotage et distribution fuel,
- pas d'engins de manutention en extérieur.

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. Une analyse approfondie des risques liés aux tensions de pas et de contact sera à réaliser comme indiqué ci-dessous.

#### 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), une gaine isolante en partie basse de la descente seront utilisés comme moyens d'avertissement.**



## 12. ANNEXES

Annexe 1 => Plan de masse

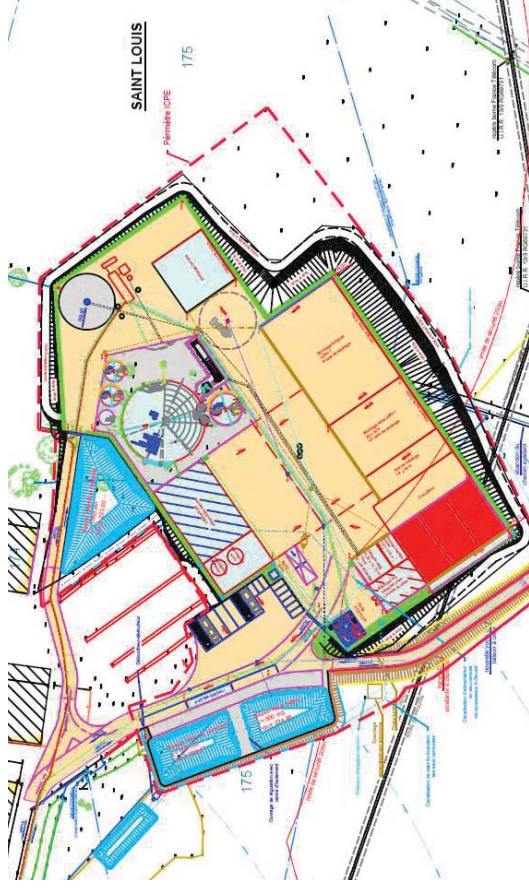
Annexe 2 => Visualisation des risques R1 avec et sans protection

Annexe 3 => Compte rendu Analyse de Risque (JUPITER)

Annexe 4 => Carnet de Bord Qualifoudre

Annexe 5 => Notice de vérification et maintenance

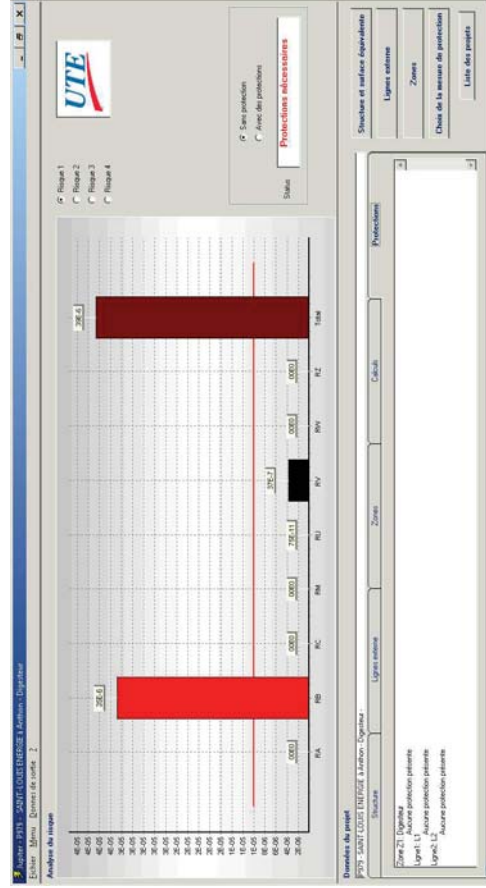
### 12.1. Annexe 1 : Plan de masse



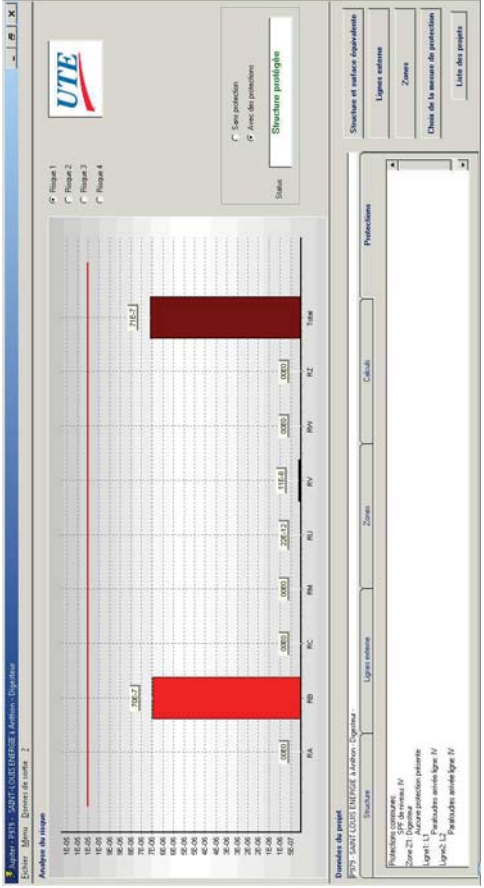
12.2.

Annexe 3 : Visualisation des risques R1 avec et sans protection

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Digesteur,



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection



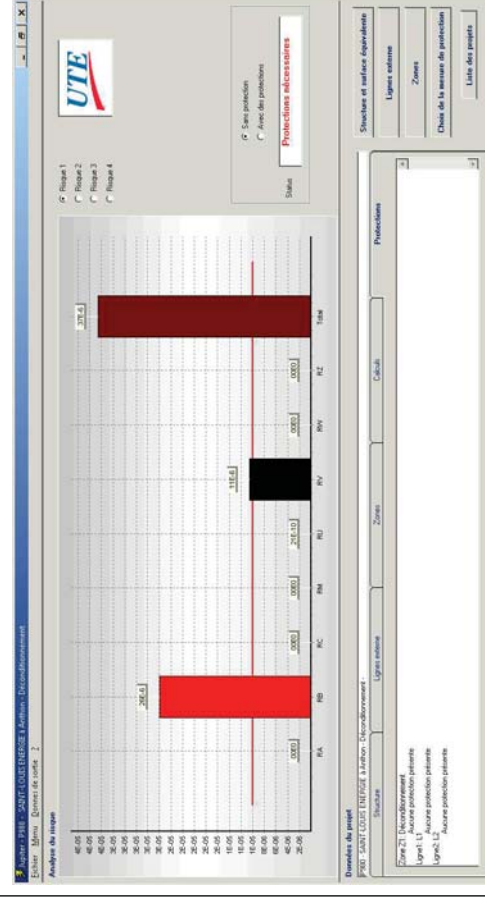
Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Avec protection de niveau IV

**BCNFONDRE**  
 ETUDES, CONTROLES & MAINTENANCE  
 Tel : 03 27 996 389

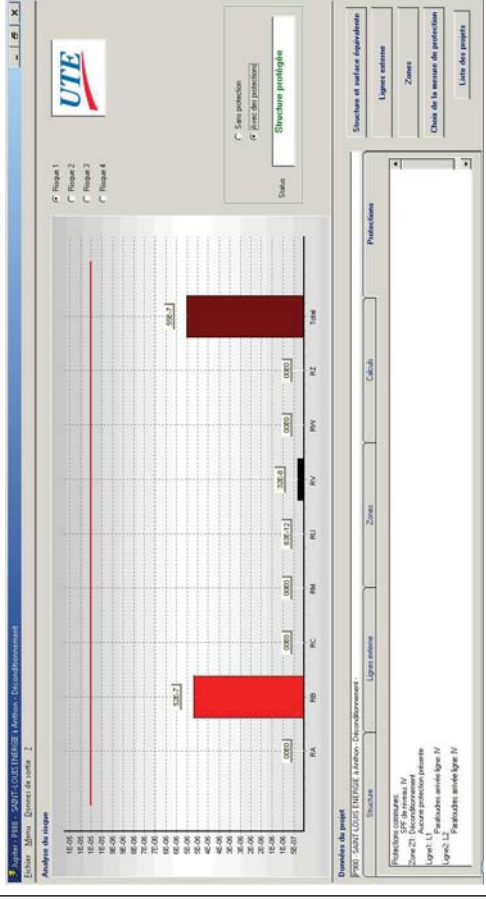
Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET  
**SAINT-LOUIS ENERGIES**  
 Anthon (38)

22/06/2017  
 Révision 1  
 Page 49/84

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Bâtiment de déconditionnement



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Avec protection de niveau IV

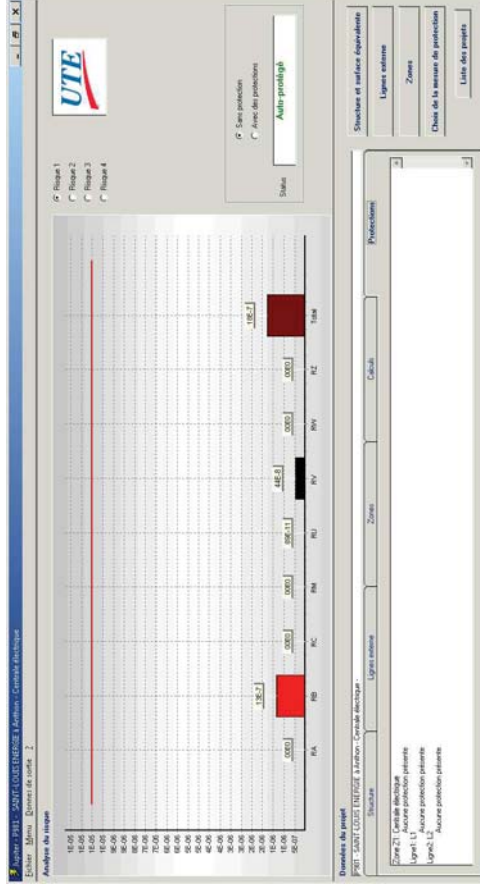
**BCNFONDRE**  
 ETUDES, CONTROLES & MAINTENANCE  
 Tel : 03 27 996 389

Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET  
**SAINT-LOUIS ENERGIES**  
 Anthon (38)

22/06/2017  
 Révision 1  
 Page 50/84



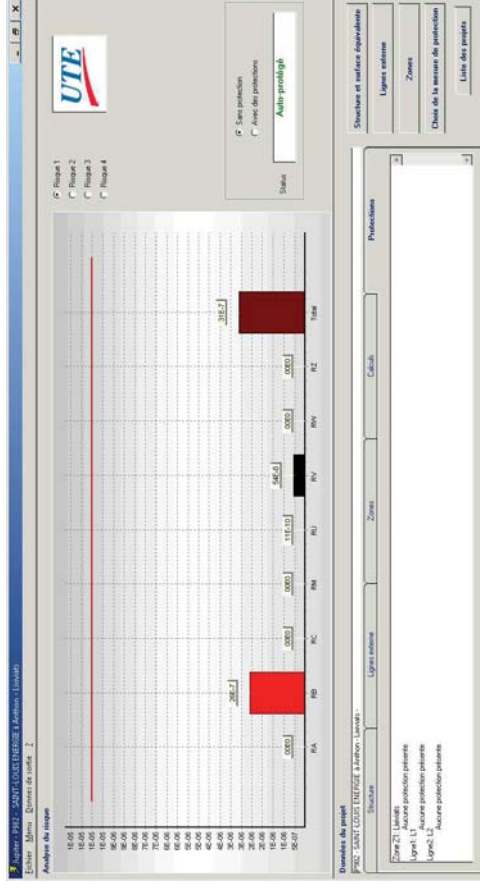
### Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Centrale électrique,



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Structure ne nécessitant pas de protection

	Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET <b>SAINT-LOUIS ENERGIES</b> Anthon (38)		22/06/2017
			Page 51/84

### Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Bâtiment de traitement lixivitiats



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Avec protection de niveau III

	Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET <b>SAINT-LOUIS ENERGIES</b> Anthon (38)		22/06/2017
			Page 52/84

12.3. Annexe 3 : 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: SAINT-LOUIS ENERGIE

Description de la structure: Projet d'unité de méthanisation agricole et territorial  
Adresse: Lieu-dit " Les Garennes "  
Commune: 38 280 ANTHON  
Pays: FR  
Ng: 2,6



Tel : 03 27 996 389

Etude de Protection Foudre sur plan  
ARF+ET

**SAINT-LOUIS ENERGIES**

Anthon (38)

22/06/2017

Révision 1

Page 53/84

### Structure : Digesteur,

- Fréquence de foudroiement  
Ng: 2,6  
Td:
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition  
A (m): 28  
B (m): 28  
H (m): 8,1  
Hmax (m):  
Surface (m<sup>2</sup>): 2680,34
- Particularité: pas applicable

### Lignes externes

#### Ligne1: L1

- 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  
sub-urbain (h < 10 m)
- Système intérieur: BT
- Type de câblage: boucle 10 m<sup>2</sup>
- Tension de tenue: 1,5 kV
- Parafoudres coordonnés: Absent
- Parafoudres arrivée ligne: Absent

#### Ligne2: L2

- 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: CFA
- Type de câblage: boucle 10 m<sup>2</sup>
- Tension de tenue: 1,5 kV
- Parafoudres coordonnés: Absent
- Parafoudres arrivée ligne: Absent



Tel : 03 27 996 389

Etude de Protection Foudre sur plan  
ARF+ET

**SAINT-LOUIS ENERGIES**

Anthon (38)

22/06/2017

Révision 1

Page 54/84

## Zones

### Zone Z1: Digesteur

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:  
BT - Le système est relié à la ligne: L1  
CFA - Le système est relié à la ligne: L2

## Calculs

### Zone Z1: Digesteur

Nd: 6,97E-03  
Nm: 5,78E-01  
Pa: 1  
Pb: 0,2  
Pc: 1,00E+00  
Pm: 9,94E-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): 6,97E-06  
R1 (u): 2,24E-11  
R1 (v): 1,12E-07  
R4 (b): 3,48E-05

### Ligne:L1

Ni: 3,74E-04  
Ni: 3,63E-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): 1,12E-11  
R1 (v): 5,60E-08  
R1 (w): 0,00E+00  
R1 (z): 0,00E+00  
R2 (w): 0,00E+00  
R2 (v): 0,00E+00  
R2 (z): 0,00E+00  
R3 (v): 0,00E+00  
R4 (c): 6,97E-05  
R4 (m): 5,32E-03  
R4 (u): 0,00E+00  
R4 (v): 2,80E-07  
R4 (w): 7,47E-07  
R4 (z): 3,60E-04

### Ligne:L2

Ni: 3,74E-04  
Ni: 7,27E-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): 1,12E-11  
R1 (v): 5,60E-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): 6,97E-05  
R4 (m): 5,32E-03  
R4 (u): 0,00E+00  
R4 (v): 2,80E-07  
R4 (w): 7,47E-07  
R4 (z): 7,23E-04

## Zones

### Zone Z1: Digesteur

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:  
BT - Le système est relié à la ligne: L1  
CFA - Le système est relié à la ligne: L2

## Calculs

### Zone Z1: Digesteur

Nd: 6,97E-03  
Nm: 5,78E-01  
Pa: 1  
Pb: 0,2  
Pc: 1,00E+00  
Pm: 9,94E-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): 6,97E-06  
R1 (u): 2,24E-11  
R1 (v): 1,12E-07  
R4 (b): 3,48E-05

### Ligne:L1

Ni: 3,74E-04  
Ni: 3,63E-02  
Nda: 0,00E+00  
Pc: 1,00E+00  
Pm: 9,20E-01

<p><b>Risque tolérable</b></p> <p>En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présentés les risques de : Perte de vie humaine</p> <p>La valeur Ra du risque tolérable est : Ra1 = 0,00001 pour le risque de type 1</p> <p><b>Analyse du risque</b></p> <p>L'analyse des risques présents dans la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composants du risque, a mise en évidence:</p> <p>Perte de vie humaine Le risque total R1 n'est pas plus grand que le risque tolérable Ra1.</p> <p><b>Protections</b></p> <p>Protections communes: SPF de niveau: IV Zone Z1: Digesteur Aucune protection présente Ligne 1: L1 Parafoudres arrivée ligne: IV Ligne2: L2 Parafoudres arrivée ligne: IV</p> <p><b>Conclusions</b></p> <p>SELON LE GUIDE UTE 17-100-2 LA STRUCTURE EST PROTEGEE CONTRE LA Foudre APRES MISE EN PLACE DES MESURES DE PROTECTION.</p>	 <p><b>Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET</b> <b>SAINT-LOUIS ENERGIES</b> Anthon (38)</p> <p>Tel : 03 27 996 389</p>	<p>22/06/2017</p> <p>Révision 1</p> <p>Page 57/84</p>
--	---	---

<p><b>Structure : Bâtiment déconditionnement,</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fréquence de foudroiement Ng: 2,6 Td:</li> <li>- Utilisation principale: industriel</li> <li>- Type: entouré d'objets plus petits</li> <li>- Blindage: absent</li> <li>- Surface équivalente d'exposition A (m): 16 B (m): 11 H (m): 9,1 Hmax (m): Surface (m²): 1995,8</li> <li>- Particularité: pas applicable</li> </ul> <p><b>Lignes externes</b></p> <p>Ligne1: L1</p> <p>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: BT Type de câblage: boucle 10 m² Tension de tenue: 1,5 KV Parafoudres coordonnés: Absent Parafoudres arrivée ligne: Absent</p> <p>Ligne2: L2</p> <p>Type: signal - 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: CFA Type de câblage: boucle 10 m² Tension de tenue: 1,5 KV Parafoudres coordonnés: Absent Parafoudres arrivée ligne: Absent</p>	 <p><b>Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET</b> <b>SAINT-LOUIS ENERGIES</b> Anthon (38)</p> <p>Tel : 03 27 996 389</p>	<p>22/06/2017</p> <p>Révision 1</p> <p>Page 58/84</p>
--	--	---

## Zones

### Zone Z1: Déconditionnement

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:  
BT - Le système est relié à la ligne: L1  
CFA - Le système est relié à la ligne: L2

## Calculs

### Zone Z1: Déconditionnement

Nd: 5,19E-03  
Nm: 5,41E-01  
Pa: 1  
Pb: 0,2  
Pc: 1,00E+00  
Pm: 9,94E-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): 5,19E-06  
R1 (u): 6,34E-11  
R1 (v): 3,17E-07  
R4 (b): 2,59E-05

### Ligne:L1

Ni: 1,06E-03  
Ni: 1,45E-01  
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): 3,17E-11  
R1 (v): 1,58E-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): 5,19E-05  
R4 (m): 4,97E-03  
R4 (u): 0,00E+00  
R4 (v): 7,92E-07  
R4 (w): 2,11E-06  
R4 (z): 1,44E-03

### Ligne:L2

Ni: 1,06E-03  
Ni: 1,45E-01  
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): 3,17E-11  
R1 (v): 1,58E-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): 5,19E-05  
R4 (m): 4,97E-03  
R4 (u): 0,00E+00  
R4 (v): 7,92E-07  
R4 (w): 2,11E-06  
R4 (z): 1,44E-03

## Zones

### Zone Z1: Déconditionnement

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:  
BT - Le système est relié à la ligne: L1  
CFA - Le système est relié à la ligne: L2

## Calculs

### Zone Z1: Déconditionnement

Nd: 5,19E-03  
Nm: 5,41E-01  
Pa: 1  
Pb: 0,2  
Pc: 1,00E+00  
Pm: 9,94E-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): 5,19E-06  
R1 (u): 6,34E-11  
R1 (v): 3,17E-07  
R4 (b): 2,59E-05

### Ligne:L1

Ni: 1,06E-03  
Ni: 1,45E-01  
Nda: 0,00E+00  
Pc: 1,00E+00  
Pm: 9,20E-01

### Risque tolérable

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présentés 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 composants 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: Déconditionnement  
Aucune protection présente  
Ligne 1: L1  
Parafoudres arrivée ligne: IV  
Ligne2: L2  
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 : Centrale électrique,

- Fréquence de foudroiement  
Ng: 2,6  
Td:
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition  
A (m): 15  
B (m): 5  
H (m): 6,5  
Hmax (m):  
Surface (m²): 1024,8
- Particularité: pas applicable

### Lignes externes

Ligne1: L1  
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  
Type de câblage: boucle 10 m²  
Tension de tenue: 1,5 KV  
Parafoudres coordonnés: Absent  
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Ligne2: L2  
Type: signal - 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: CFA  
Type de câblage: boucle 10 m²  
Tension de tenue: 1,5 KV  
Parafoudres coordonnés: Absent  
Parafoudres arrivée ligne: Absent



## Zones

Zone Z1: Centrale électrique

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 - Le système est relié à la ligne: L1

CFA - Le système est relié à la ligne: L2

## Calculs

Zone Z1: Centrale électrique

Nd: 2,66E-03

Nm: 5,34E-01

Pa: 1

Pb: 1

Pc: 1,00E+00

Pm: 9,94E-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: Lo:

R4: Lf: 0,5 Lo: 0,01 Lt:

Valeurs du risque

R1 (b): 1,33E-06

R1 (u): 8,87E-10

R1 (v): 4,43E-07

R4 (b): 6,66E-06

Ligne:L1

Ni: 4,43E-04

Ni: 7,27E-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): 4,43E-10

R1 (v): 2,22E-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): 2,66E-05

R4 (m): 4,91E-03

R4 (u): 0,00E+00

R4 (v): 1,11E-06

R4 (w): 4,43E-06

R4 (z): 7,22E-04

Ligne:L2

Ni: 4,43E-04

Ni: 7,27E-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): 4,43E-10

R1 (v): 2,22E-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): 2,66E-05

R4 (m): 4,91E-03

R4 (u): 0,00E+00

R4 (v): 1,11E-06

R4 (w): 4,43E-06

R4 (z): 7,22E-04

Pu: 1,00E+00

Pv: 1,00E+00

Pw: 1,00E+00

Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 4,43E-10

R1 (v): 2,22E-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): 2,66E-05

R4 (m): 4,91E-03

R4 (u): 0,00E+00

R4 (v): 1,11E-06

R4 (w): 4,43E-06

R4 (z): 7,22E-04

Ligne:L2

Ni: 4,43E-04

Ni: 7,27E-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): 4,43E-10

R1 (v): 2,22E-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): 2,66E-05

R4 (m): 4,91E-03

R4 (u): 0,00E+00

R4 (v): 1,11E-06

R4 (w): 4,43E-06

R4 (z): 7,22E-04

Pu: 1,00E+00

Pv: 1,00E+00

Pw: 1,00E+00

Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 4,43E-10

R1 (v): 2,22E-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): 2,66E-05

R4 (m): 4,91E-03

R4 (u): 0,00E+00

R4 (v): 1,11E-06

R4 (w): 4,43E-06

R4 (z): 7,22E-04

Ligne:L2

Ni: 4,43E-04

Ni: 7,27E-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): 4,43E-10

R1 (v): 2,22E-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): 2,66E-05


R4 (m): 4,91E-03

R4 (u): 0,00E+00

R4 (v): 1,11E-06

R4 (w): 4,43E-06

R4 (z): 7,22E-04

<p><b>Risque tolérable</b></p> <p>En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présentés les risques de : Perte de vie humaine</p> <p>La valeur Ra du risque tolérable est : Ra1 = 0,00001 pour le risque de type 1</p> <p><b>Analyse du risque</b></p> <p>L'analyse des risques présents dans la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composants du risque, a mise en évidence:</p> <p>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.</p> <p><b>Protections</b></p> <p>Zone Z1: Centrale électrique Aucune protection présente</p> <p>Ligne 1: L1 Aucune protection présente</p> <p>Ligne2: L2 Aucune protection présente</p> <p><b>Conclusions</b></p> <p>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.</p> <p>SELON LE GUIDE UTE 17-100-2 LA STRUCTURE EST AUTO PROTEGEE CONTRE LA Foudre.</p>	 <p>Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET <b>SAINT-LOUIS ENERGIES</b> Anthon (38)</p> <p>Tel : 03 27 996 389</p> <p>22/06/2017</p> <p>Révision 1</p> <p>Page 65/84</p>
--	--

<p><b>Structure : Bâtiment de traitement lixiviat.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fréquence de foudroiement Ng: 2,6</li> <li>Td:</li> <li>- Utilisation principale: industriel</li> <li>- Type: entouré d'objets plus petits</li> <li>- Blindage: absent</li> <li>- Surface équivalente d'exposition</li> <li>A (m): 20</li> <li>B (m): 11</li> <li>H (m): 8,7</li> <li>Hmax (m):</li> <li>Surface (m²): 1989,14</li> <li>- Particularité: pas applicable</li> </ul> <p><b>Lignes externes</b></p> <p>Ligne1: L1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Type: énergie - souterrain</li> <li>Caractéristique de la ligne</li> <li>Ligne de longueur (m): 100</li> <li>Résistivité (ohm x m): 500</li> <li>Blindage (ohm/km): pas de protection</li> <li>Position relative</li> <li>entouré d'objets plus hauts</li> <li>Facteur d'environnement</li> <li>rural</li> <li>Système intérieur: BT</li> <li>Type de câblage: boucle 10 m²</li> <li>Tension de tenue: 1,5 KV</li> <li>Parafoudres coordonnés: Absent</li> <li>Parafoudres arrivée ligne: Absent</li> </ul> <p>Ligne2: L2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Type: signal - souterrain</li> <li>Caractéristique de la ligne</li> <li>Ligne de longueur (m): 100</li> <li>Résistivité (ohm x m): 500</li> <li>Blindage (ohm/km): pas de protection</li> <li>Position relative</li> <li>entouré d'objets plus hauts</li> <li>Facteur d'environnement</li> <li>rural</li> <li>Système intérieur: CFA</li> <li>Type de câblage: boucle 10 m²</li> <li>Tension de tenue: 1,5 KV</li> <li>Parafoudres coordonnés: Absent</li> <li>Parafoudres arrivée ligne: Absent</li> </ul>	 <p>Etude de Protection Foudre sur plan ARF+ET <b>SAINT-LOUIS ENERGIES</b> Anthon (38)</p> <p>Tel : 03 27 996 389</p> <p>22/06/2017</p> <p>Révision 1</p> <p>Page 66/84</p>
--	---

## Zones

Zone Z1: Lixiviats

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 - Le système est relié à la ligne: L1

## Calculs

Zone Z1: Lixiviats

Nd: 5,17E-03

Nm: 5,46E-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): 2,59E-06

R1 (u): 1,07E-09

R1 (v): 5,37E-07

R4 (b): 1,29E-05

Ligne:L1

Ni: 1,07E-03

Ni: 1,45E-01

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): 1,07E-09

R1 (v): 5,37E-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): 5,17E-05

R4 (m): 5,02E-03

R4 (u): 0,00E+00

R4 (v): 2,69E-06

R4 (w): 1,07E-05

R4 (z): 1,44E-03

## 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: Lixiviats

Aucune protection présente

Ligne1: L1

Aucune protection présente

Ligne2: L2

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 27/06/2017

### 12.4. Annexe 4 : 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'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 QUALIFOUDRE – 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
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....





## 12.5. Annexe 5 : Notice de vérification et maintenance

### 1. Liste et localisation des protections contre la foudre

#### a. Les IEPF :

##### PDA de 60 µs sur le bâtiment déconditionnement :

- 1 PDA de 60 µs testable,
- 1 mât support de 5 m minimum,
- 1 descente dédiée en conducteur normalisé,
- Utilisation de l'ossature métallique du bâtiment comme second conducteur naturel de descente,
- 1 coupleur d'impact,
- 1 joint de déconnexion portant les mentions obligatoires,
- 1 gaine de protection basse,
- 2 prises de terres de type A,
- 2 liaisons équipotentielles terre paratonnerre – terre électrique par un système permettant la déconnexion.

##### Distance de séparation :

Dans notre cas, les descentes cheminant sur des surfaces métalliques, la distance de séparation est nulle (sous réserve de mise à la terre des bardages).



64 m

◆ PDA  
Rayon de protection NIV-40% = 64 m

▲ PRISE DE TERRE

**b. Les IIPF:**

➤ **Parafoudres de type I sur:**

- TGBT du site.
- Armoire divisionnaire du bâtiment déconditionnement.

Caractéristiques des parafoudres:

- $U_c \geq 400 \text{ V}$
- $I_n \geq 12,5 \text{ kA}$ ,
- $U_p \leq 2,5 \text{ kV}$ ,
- Dispositif de déconnexion (fusible ou disjoncteur).

➤ **Parafoudres de type II sur les EIPS:**

Equipement	Organe de sécurité associé
Digesteur	Capteur de pression (haute et basse) Détecteur de niveau haut et de niveau bas Contrôle du débit par automatisé de l'alimentation
Gazomètre	Capteurs de pression
Canalisations aériennes de biogaz	Capteur de pression (haute et basse) Vannes de coupure automatique et manuelle de l'alimentation en biogaz
Container de cogénération	Détecteur de méthane Si la valeur dépasse le seuil, l'alarme et le système de sécurité se déclenchent. Détecteur de fumée Mesure de la température Contrôle de la température-circuit de chauffage de la centrale de cogénération Détection de fuite Ventilation forcée La ventilation forcée est asservie à la détection de méthane : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Premier seuil à 20% de la LIE : la ventilation est forcée à 100%,</li> <li>- Deuxième seuil à 40% de la LIE : la ventilation est forcée à 100% et l'électricité du local est coupée.</li> </ul>
Torchère	Détecteur de flamme (lampe UV) Torchère placée loin de tout passage
Toutes les cuves	Détecteur de niveau haut et de niveau bas Contrôle du débit par automatisé de l'alimentation

Caractéristiques des parafoudres:

- $U_c \geq 400 \text{ V}$
- $I_n \geq 5 \text{ kA}$ ,
- $U_p \leq 1,5 \text{ kV}$ ,
- Dispositif de déconnexion (fusible ou disjoncteur).

➤ **Liaisons équipotentielles:**

- Canalisations métalliques : gaz en acier inoxydable, en acier noir peint les tuyauteries biomasse,
- Torchère,
- Cheminée,
- Cuves métalliques (méthanol, fuel, ...),
- Digesteur,
- Bardage métallique,
- Containeur technique de méthanisation,
- ...

**c. Prévention**

- o La détection du risque orageux se fera par observation humaine. Selon le guide UTE 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. Un relevé régulier (par exemple tous les mois) des 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 fuel.
- pas d'activité dans les stockages ouverts,
- pas de dépotage et distribution fuel,
- pas d'engins de manutention en extérieur.

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. 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. »

### b. 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. »

### c. Vérification selon la NFC 17102

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 équipotentielles ;
- 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.

### 8.7 Maintenance

Il est recommandé de corriger tous les défauts constatés dans le SPF à dispositif d'amorçage lors d'une vérification dès que possible afin de maintenir une efficacité optimale. Les consignes de maintenance des composants et des dispositifs de protection sont à appliquer conformément aux instructions des manuels du fabricant.



#### d. Vérification selon la NF EN 62 305-4

##### 8.2 Inspection d'un SMPI

L'inspection comprend la vérification de la documentation technique, les vérifications visuelles et les mesures d'essai. Les objectifs d'une inspection sont de vérifier que

- le SMPI est conforme à sa conception;
- le SMPI est apte à sa fonction;
- toute nouvelle mesure de protection est intégrée de manière correcte dans le SMPI.

Les inspections doivent être effectuées

- lors de l'installation du SMPI,
- après l'installation du SMPI,
- périodiquement,
- après toute détérioration de composants du SMPI,
- si possible après un coup de foudre sur la structure (identifié par exemple par un compteur de foudre ou par un témoin ou encore si une évidence visuelle est constatée sur un dommage de la structure).

La fréquence des inspections périodiques doit être fixée selon les considérations suivantes:

- l'environnement local, tel que le sol ou l'atmosphère corrosive;
- le type des mesures de protection utilisées.

##### 8.2.1 Procédure d'inspection

###### 8.2.1.1 Vérification de la documentation technique

Après l'installation d'un nouveau SMPI la documentation technique doit être vérifiée pour contrôler sa conformité avec les normes appropriées, et constater l'achèvement du système. Par suite, la documentation technique doit être mise à jour d'une façon régulière, par exemple après détérioration ou extension du SMPI.

###### 8.2.1.2 Inspection visuelle

Une inspection visuelle doit être réalisée pour vérifier que

- les connexions sont serrées et qu'aucune rupture de conducteur ou de jonction n'existe,
- aucune partie du système est fragilisée par la corrosion, particulièrement au niveau du sol,
- les conducteurs de mise à la terre et les écrans de câbles sont intacts,
- il n'existe pas d'ajouts ou de modifications nécessitant une protection complémentaire,
- il n'y a pas de dommages de parafoudres et de leur fusible,
- le cheminement des câbles est maintenu,
- les distances de sécurité aux écrans spatiaux sont maintenues.

###### 8.2.1.3 Mesures

Pour les parties des mises à la terre et des équipotentielles non visibles lors de l'inspection, il convient que des mesures de continuité soient effectuées.

##### 8.2.2 Documentation pour l'inspection

Il convient de préparer un guide d'inspection pour la rendre plus facile. Il est recommandé que le guide contienne suffisamment d'informations pour aider l'inspecteur dans sa tâche, de manière qu'il puisse documenter tous les aspects de l'installation et des composants, les méthodes d'essai et l'enregistrement des résultats d'essais.

L'inspecteur doit préparer un rapport devant être annexé au rapport de conception et aux précédents rapports d'inspection. Le rapport d'inspection doit comporter au moins les informations relatives à:

- l'état général du SMPI ,
- toute(s) déviation(s) par rapport aux exigences de conception;
- les résultats des essais effectués.

##### 8.3 Maintenance

Après l'inspection, tout défaut relevé doit être réparé sans délai et si nécessaire, la documentation technique doit être mise à jour.

e. Les Installations Extérieures de Protection contre la Foudre (IEPE)

**BCNFOUDRE**  
ETUDES, CONTROLES & MAINTENANCE

**FICHE DE CONTROLE PDA**

Fiche n° : .....

Par M. ....

Vérification effectuée le : .....

INSTALLATION EXTERIEURE DE PROTECTION CONTRE LA FOUORE (IEPE)			
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	
		Heubannage	
DESCENTE 1 : CONDUCTEUR DEDIE (NF EN 50164-2)	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 Ferraille à béton	Connexion, continuité Continuité	
	Conducteur rattaché	Cheminement, nature, section, rupture, ...	
	Fixation, connexion, support	Arrachement, corrosion	
PRISE DE TERRE (NF EN 50164-1 et 2)	Protection mécanique	Corrosion, arrachement, ...	
	Compteur d'impact	Intégrité de l'appareil, éventuelle incrémentation, ...	
	Borne de mesure	Corrosion, arrachement, ...	
	Réalisation	Type A, type B, nature et section des électrodes, ...	
EQUIPOTENTIALITE ET SEPARATION (NF EN 50164-2)	0 < conservation ≤ 10 Ω	Résistance	
	Regard de visite, état de la connexion	Accessibilité, corrosion, ...	
	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 :

f. Les Installations Intérieures de Protection contre la Foudre (IIPF)

**BCNFOUDRE**  
ETUDES, CONTROLES & MAINTENANCE

**FICHE DE CONTROLE PARAFONDRES**

Fiche n° : .....

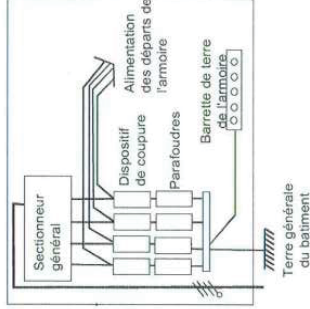
Par M. ....

Vérification effectuée le : .....

EQUIPEMENTS PROTEGES :

IMPLANTATION DES PARAFONDRES :

SCHEMA ELECTRIQUE :



CARACTERISTIQUES PARAFONDRES

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

**INSPECTION VISUELLE :**

- Règle de 50 cms respectée
- Section des câbles respectée
- Absence de parafoudre
- Dispositif de coupure associé existant

OUI

OUI

OUI

NON

NON

NON

**RESULTAT DE LA VERIFICATION**

- Installation parafoudres sans défaut
- Si non, l'installation présente les défauts suivants :

OUI

NON

**ACTIONS CORRECTIVES**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fait à : ..... le ...../...../.....

Signature :

## Annexe 2 : Note de calcul de la Défense Extérieure Contre l'Incendie (DECI)

Le dimensionnement des besoins en eau pour la défense extérieure contre l'incendie (DECI) se base sur le document technique D9 du CNPP.

### Détermination du débit requis

Le risque d'incendie se situe au niveau de la zone de compostage. Les casiers de séchage, les zones de stockage des refus et du compost sont prises en compte comme stockage. La zone de stockage du digestat solide et des déchets verts est également prise en compte comme stockage. Le local de traitement du digestat (évapoconcentration) est accolé à ces stockages, il est donc pris en compte comme activité.

Le bâtiment de réception des biodéchets est détaché de la zone de compostage. Ce bâtiment ne présente pas de risque d'incendie. Le moteur de cogénération est isolé dans un container spécifique.

Surface de stockage (au total 3 140 m<sup>2</sup>) :

- 3 casiers de séchage du compost : 726 m<sup>2</sup>,
- Aire de mélange : 304 m<sup>2</sup>,
- Stockage du refus : 660 m<sup>2</sup>,
- Stockage du compost : 1 274 m<sup>2</sup>,
- Stockage déchets verts : 110 m<sup>2</sup>,
- Stockage digestat solide : 66 m<sup>2</sup>.

Activités : local de traitement du digestat de 220 m<sup>2</sup>.

Le débit requis est calculé à partir du tableau ci-dessous issu du document technique D9.

L'ossature du bâtiment a une stabilité au feu minimale de 30 minutes.

Il n'y a pas une personne présente à l'accueil 24h/24 mais une défense automatique incendie (DAI) est présente dans le bâtiment (défense incendie reportée 24h/24 et 7j/7 en télésurveillance).



**Tableau 3 – Détermination du débit requis**

DESCRIPTION SOMMAIRE DU RISQUE (...)				
CRITERE	COEFFICIENTS ADDITIONNELS	COEFFICIENTS RETENUS POUR LE CALCUL		COMMENTAIRES
		Activité	Stockage	
<b>HAUTEUR DE STOCKAGE <sup>(1)</sup></b> - Jusqu'à 3 m - Jusqu'à 8 m - Jusqu'à 12m - Au-delà de 12m	0 +0,1 +0,2 +0,5	0	+0,1	
<b>TYPE DE CONSTRUCTION <sup>(2)</sup></b> - ossature stable au feu ≥ 1 heure - ossature stable au feu ≥ 30 minutes - ossature stable au feu < 30 minutes	- 0,1 0 +0,1	0	0	
<b>TYPES D'INTERVENTIONS INTERNES</b> - 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	-0,1	
<b>Σ coefficients</b>		-0,1	+0	
<b>1 + Σ coefficients</b>		0,9	1	
<b>Surface de référence (S en m<sup>2</sup>)</b>		220	3 140	
<b><math>Q_i = 30 \times \frac{S}{500} \times (1 + \Sigma \text{Coef})</math> <sup>(3)</sup></b>		12	188	
<b>Catégorie de risque <sup>(4)</sup></b> Risque 1 : Q1 = Qi x 1 Risque 2 : Q2 = Qi x 1,5 Risque 3 : Q3 = Qi x 2		12	282	Activité : risque 1 Stockage : risque 2
<b>Risque sprinklé <sup>(5)</sup> : Q1, Q2 ou Q3 ÷ 2</b>				
<b>DEBIT REQUIS <sup>(6) (7)</sup> (Q en m<sup>3</sup>/h)</b>		<b>300</b>		Arrondi au multiple de 30 le plus proche

Le calcul de la DECI met en évidence un besoin en eau de 300 m<sup>3</sup>/h, soit 600 m<sup>3</sup> pour 2 heures.

## Détermination du volume à mettre en rétention

A partir du débit requis, le volume à mettre en rétention peut être déterminé à partir du tableau ci-dessous issu du document technique D9A. La surface de drainage est la surface du projet (surface imperméabilisée), soit environ 1,7 ha.

### 2.2 TABLEAU DE CALCUL DU VOLUME À METTRE EN RÉTENTION

Besoins pour la lutte extérieure		Résultat document D9 : (Besoins x 2 heures au minimum)	600
		+	+
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 <sup>2</sup> de surface de drainage	170
		+	+
Présence stock de liquides		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	0
		=	=
<b>Volume total de liquide à mettre en rétention</b>			<b>770 m<sup>3</sup></b>

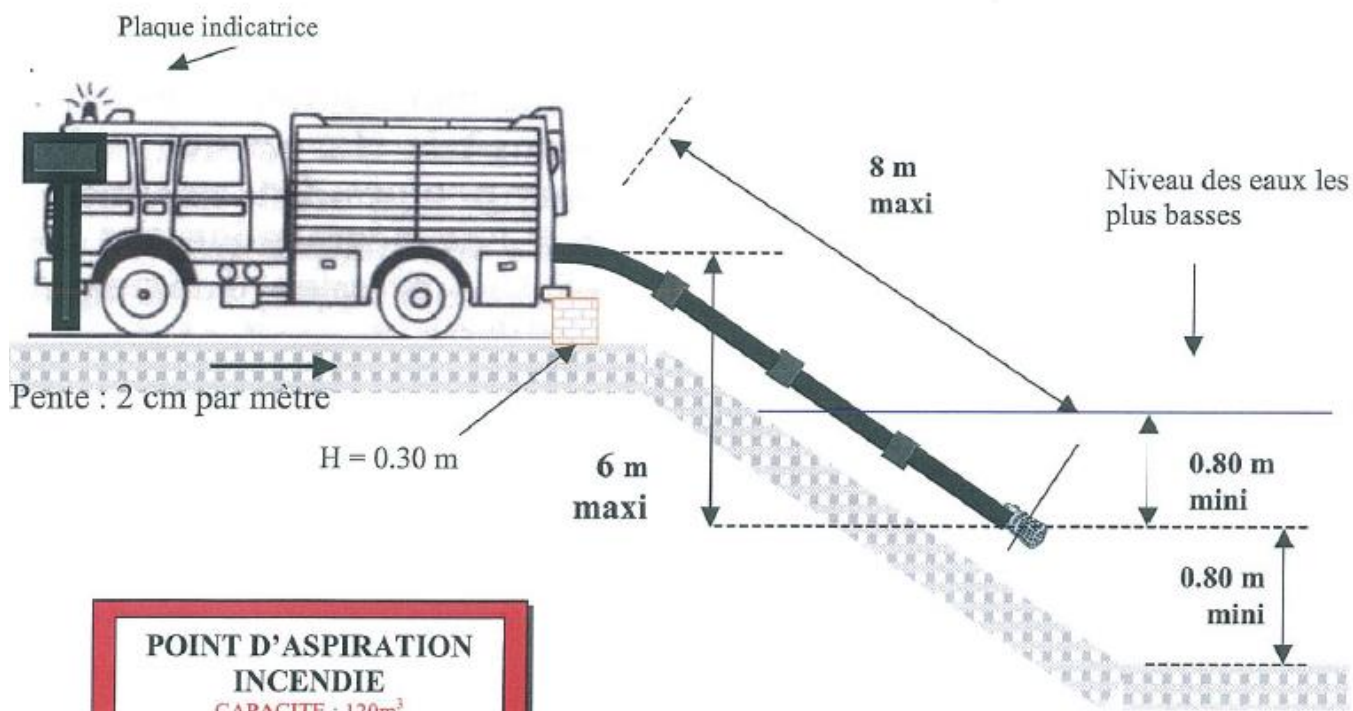
Un volume de 770 m<sup>3</sup> doit être réservé à la rétention des eaux d'extinction incendie.

Les ouvrages doivent permettre de confiner les eaux d'extinction d'incendie dans l'attente de l'évacuation et du traitement des eaux polluées par une entreprise agréée.

## Annexe 3 : Recommandations du SDIS

### AIRE D'ASPIRATION

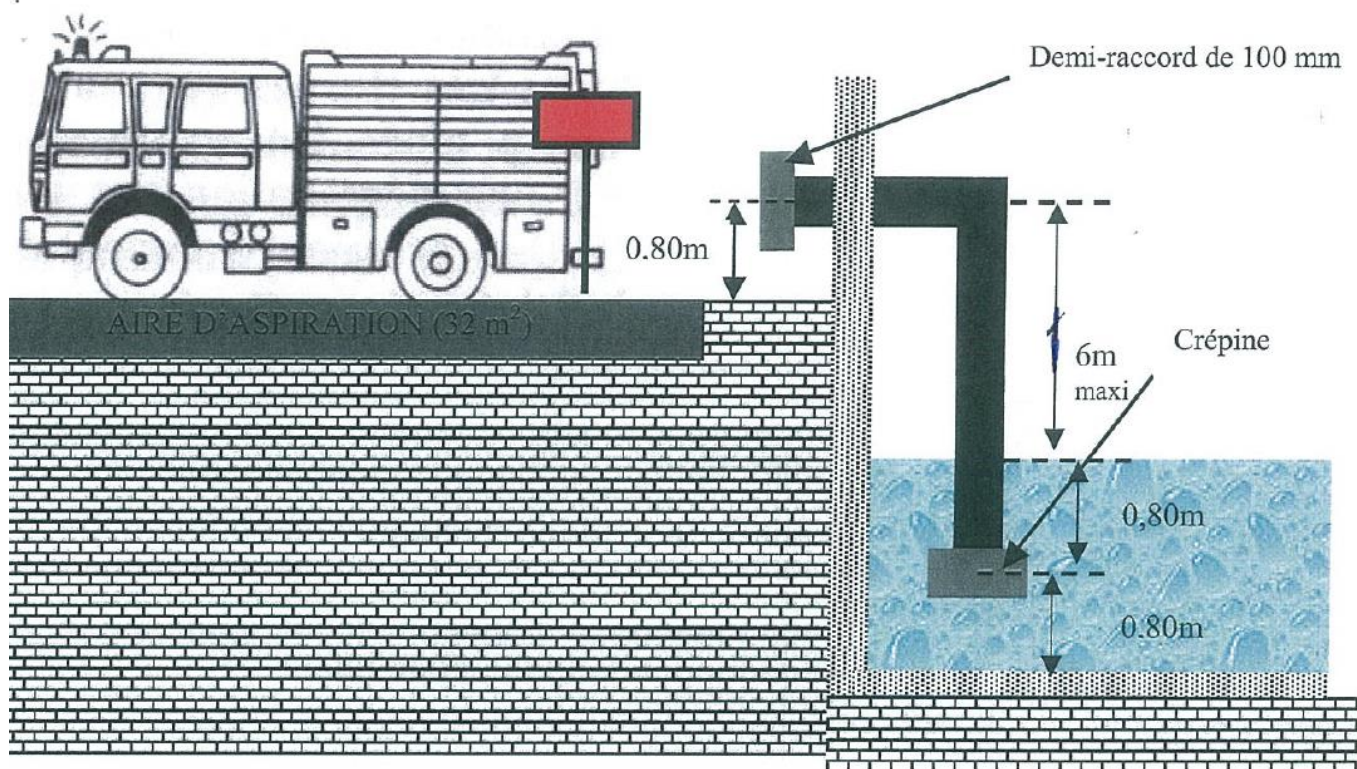
Résistance mécanique minimale:  
130KN dont :  
90 KN sur l'essieu arrière  
40 KN sur l'essieu avant



Exemple de plaque indicatrice  
(ou voir annexe 13)

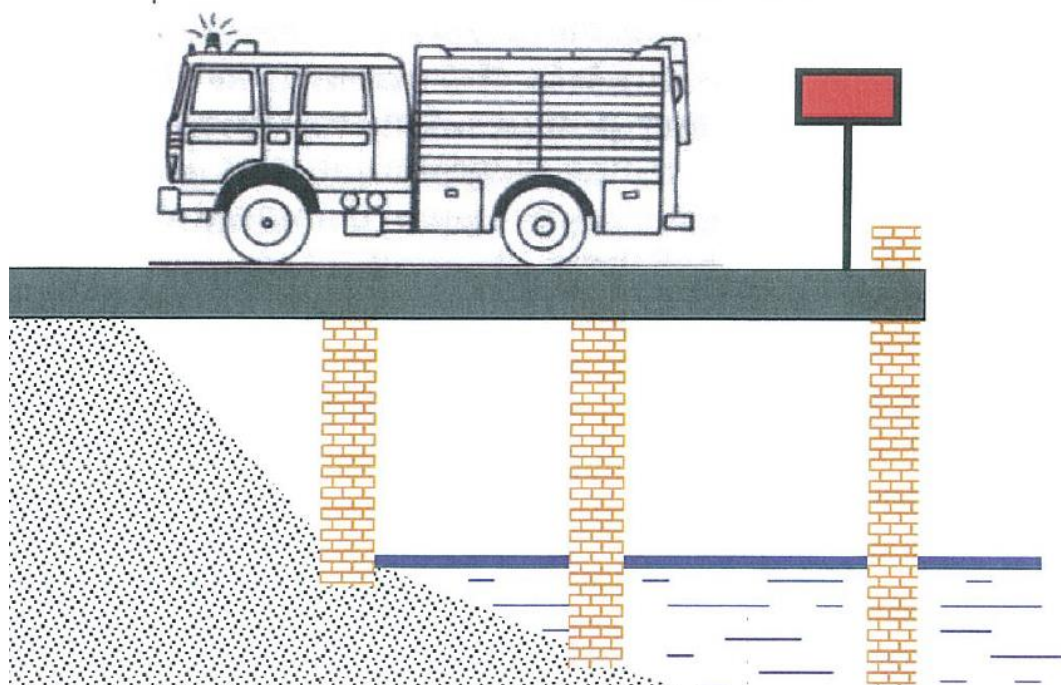


## COLONNES FIXES D'ASPIRATION



Dans les établissements industriels, afin d'optimiser l'emploi des engins incendie (pompes de 120 m<sup>3</sup>/h), 2 colonnes fixes d'aspiration minimum seront demandé par aire.

## ESTACADE

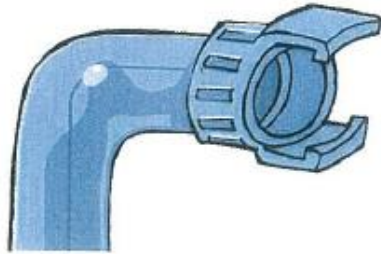


La construction d'une estacade permet d'effectuer des aspirations verticales.

La superficie de la plate-forme d'aspiration, la hauteur d'aspiration et l'immersion de la crépine sont identiques à celles citées en annexe 12.

## DEMI-RACCORD D'ALIMENTATION

Pour faciliter le montage des tuyaux utilisés pour l'alimentation des engins, les tenons des demi-raccords des prises d'eau doivent être placés suivant un axe vertical.



← Position des tenons des prises d'eau

## Annexe 4 : Modélisation des zones d'effets d'un incendie majeur sur le site du GAEC Saint-Louis

- *Risques incendie sur le GAEC Saint-Louis*

Le risque incendie sur le site du GAEC Saint-Louis se localise au niveau du bâtiment de stockage de paille et de la cuve à hydrocarbures. Les silos d'ensilage ont un taux d'humidité élevé et les matières sont très compactées ce qui ne permet pas d'avoir d'incendie.

L'incendie sur le bâtiment de stockage de paille et l'incendie de la cuve à hydrocarbures sont des scénarios modélisés ci-après.

- *Modélisation de l'incendie sur le stockage de paille*

Hypothèses et données :

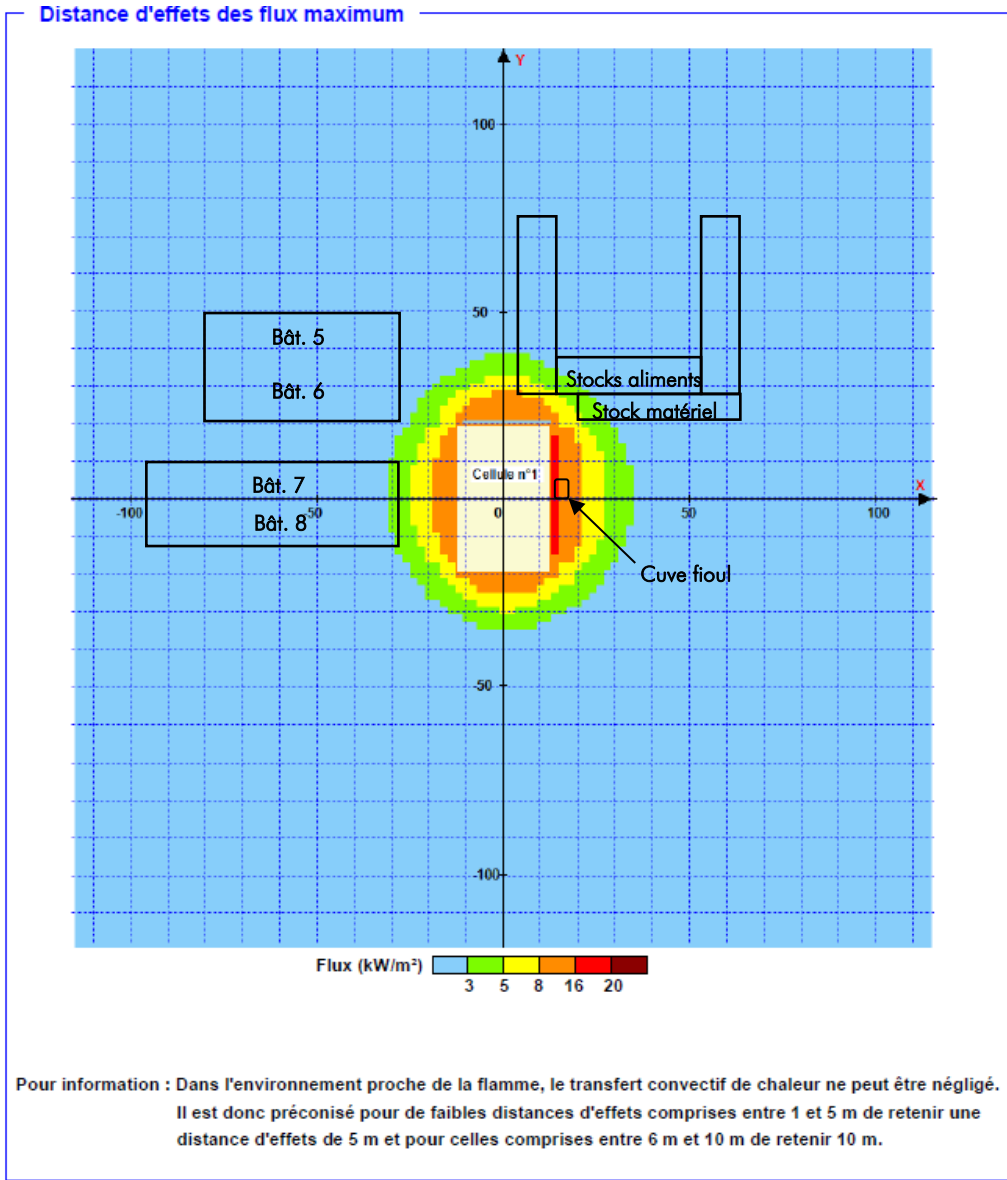
Le logiciel FLUMILOG (développé par l'INERIS, le CNPP et le CTICM) permet de modéliser les effets thermiques pour des incendies d'entrepôts. Les versions interface graphique 2.13.3 et outil de calcul 3.031 ont été utilisés.

Le stockage est constitué de bottes de pailles stockées les unes sur les autres dans un bâtiment couvert et ouvert sur tous ses côtés. Nous l'avons donc assimilé à un stockage en masse à l'air libre constitué de 4 ilots de stockage séparés de 1 mètre. La simulation a été réalisée pour un stockage de bois, matériau disponible se rapprochant le plus de la paille.

Effets thermiques :

La représentation graphique des flux thermiques obtenus par le logiciel Flumilog est donnée ci-dessous :





En l'absence de murs, les flux thermiques sortent tous du bâtiment :

- Les flux thermiques supérieurs à 8 kW/m<sup>2</sup> sortent d'un maximum de 9 mètres à l'extérieur du bâtiment. Nous retiendrons donc une valeur de 10 mètres ;
- Le flux des premiers effets létaux est de 5 kW/m<sup>2</sup> à l'extérieur du bâtiment et est atteint à environ 15 m à l'extérieur du bâtiment.

Les flux thermiques (de 5 à 16 kW/m<sup>2</sup>) ne s'étendent pas à plus de 15 m à l'extérieur du bâtiment.

- **Modélisation de l'incendie/explosion de la cuve à hydrocarbures**

Hypothèses et données :

Les méthodes de calcul sont celles décrites par l'instruction technique du 9 novembre 1989 relative aux dépôts aériens existants de liquides inflammables. Elle a pour origine les modèles présentés par A. LANNOY (EDF – Bulletin DER série A, n°4 – 1984), mis en formules par la DRIRE Midi-Pyrénées et le CERCHAR. Elle est notamment calée sur l'analyse de l'accident de Port Edouard Herriot à Lyon en 1987. A noter que, pour cette méthode, les conditions météorologiques sont sans effet.

Le fioul est stocké dans une cuve étanche à double paroi de 10 m<sup>3</sup>.

La capacité totale équivalente de liquide inflammable présente sur le site est définie de la manière suivante (liquides inflammables dont la correspondance avec les liquides de première catégorie se fait à partir de la rubrique 1430 de la nomenclature des ICPE) en considérant une cuve sans double paroi (risque maximisé) :

Produit	Volume de stockage (m <sup>3</sup> )	Capacité équivalente 1 <sup>ère</sup> catégorie
Gasoil (catégorie C)	10 m <sup>3</sup>	C <sub>éq</sub> = 10/5 = 2 m <sup>3</sup>

Soit une capacité équivalente totale de 0,8 m<sup>3</sup>.

Effets thermiques :

**Flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup> (premiers effets de mortalité) :**

Il est calculé en appliquant la formule suivante :

$$d = 2,8 \cdot L^{0,85} (1 - 2,2 \cdot 10^{-3} \cdot L^{0,85})$$

Avec :

*L* : longueur de la cuve, ici : 4 mètres,

Donc : **d = 9 mètres.**

**Flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> (premiers effets de brûlure significative) :**

Il est calculé en appliquant la formule suivante :

$$d = 3,8 \cdot L^{0,85} (1 - 3 \cdot 10^{-3} \cdot L^{0,85})$$

Avec :

*L* : longueur de la cuve, ici : 4 mètres,

Donc : **d = 12 mètres**

**Conclusion sur les effets thermiques :**

Les distances d'effet des flux thermiques issus d'un incendie de la cuve de fioul resteraient à l'intérieur de la zone d'effet des flux thermiques d'un incendie du stockage de paille, tant pour les flux de 5 kW/m<sup>2</sup> que pour ceux de 3 kW/m<sup>2</sup>.

Effets de surpression :

**Zone délimitée par une surpression de 170 mbar (premiers effets de mortalité) :**

Elle est calculée en appliquant la formule suivante :

$$d = 0,067 \cdot (P_s \cdot D^2 \cdot L)^{1/3}$$

Avec :

*P<sub>s</sub>* : pression de service en Pascals absolus, ici pression atmosphérique : 10<sup>5</sup> Pa,

*D* : diamètre ou hauteur approximative de la cuve, ici : 2 mètres,

*L* : longueur de la cuve, ici : 4 mètres,

Donc : **d = 8 mètres.**

**Zone délimitée par une surpression de 50 mbar (premiers effets de brûlures significatives) :**

Elle est calculée en appliquant la formule suivante :

$$d = 0,166 \cdot (P_s \cdot D^2 \cdot L)^{1/3}$$

Avec :

*P<sub>s</sub>* : pression de service en Pascals absolus, ici pression atmosphérique : 10<sup>5</sup> Pa,

*D* : diamètre ou hauteur approximative de la cuve, ici : 2 mètres,

*L* : longueur de la cuve, ici : 4 mètres

Donc : **d = 20 mètres.**

**Conclusion sur les effets de surpression :**

La totalité des zones de surpression issues d'une explosion de la cuve de fioul resterait à l'intérieur de la zone délimitée par les flux thermiques d'un incendie du stockage de paille.



4, rue Jean le Rond d'Alembert  
Bâtiment 5 - 1<sup>er</sup> étage  
81 000 ALBI

Tel : 05.63.48.10.33  
Fax : 05.63.56.31.60

[contact@lartifex.fr](mailto:contact@lartifex.fr)