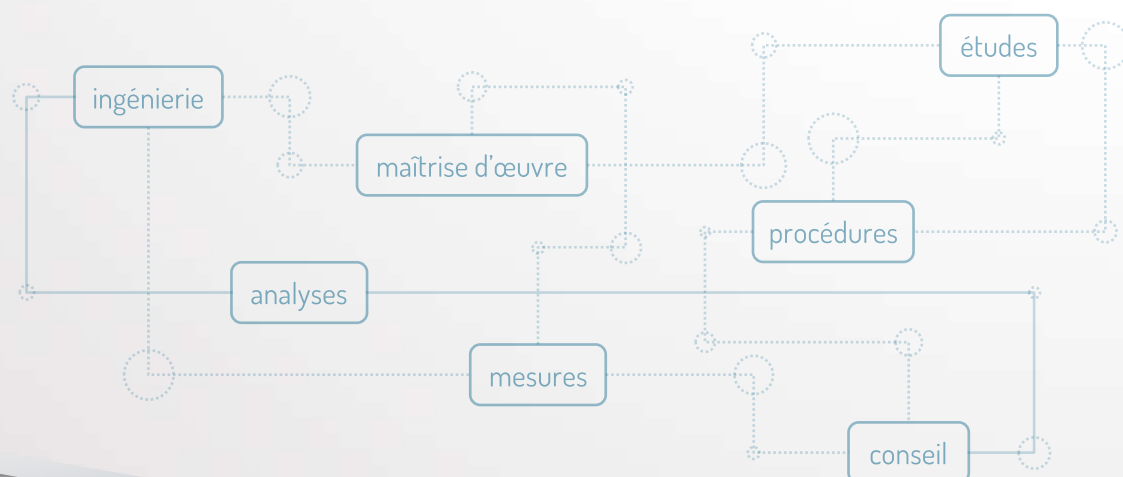


Accueil de déchets non dangereux externes sur les installations de méthanisation de la station d'épuration de Courtine

Demande d'autorisation environnementale
E - Résumé non technique de l'étude de dangers



février 2022



12 Avenue du Pré de Challes - Parc des Glaisins
ANNECY LE VIEUX - 74 940 ANNECY
☎ 04 50 64 06 14 ☎ 04 50 64 08 73
@ : sage.annecy@sage-environnement.fr
🌐 : www.sage-environnement.com

Fiche document :

Informations :

Client / Maître d'ouvrage :	Communauté d'Agglomération du Grand Avignon
Contact – Coordonnées :	
Numéro dossier SAGE :	18.211
Responsable :	Sandrine Chabault
Assistant(e)s :	
Relecteur :	
Titre :	Accueil de déchets non dangereux externes sur les installations de méthanisation de la station d'épuration de Courtine
Sous titre – objet :	Demande d'autorisation environnementale E - Résumé non technique de l'étude de dangers
Catégorie document :	Dossier réglementaire
Mots clés :	Méthanisation, ICPE, Autorisation
Statut document :	Provisoire
Indice de révision :	V2
Référence document :	SC/18.211/V2
Confidentialité :	
Fichier :	Ebis - Résumé non technique de l'étude de dangers.docx
Date :	28/02/2022
Nombre de pages :	10

Historique des versions et révisions :

Indice révision	Date	Détails – modifications	Resp.
0	08/07/2021	Version initiale	Sandrine Chabault
1	07/12/2021	Version modifiée avec les éléments communiqués par l'exploitant	Sandrine Chabault
2	10/02/2022	Version modifiée avec les éléments communiqués par l'exploitant	Sandrine Chabault



12 Avenue du Pré de Challes – Parc des Glaisins
ANNECY LE VIEUX – 74 940 ANNECY
☎ 04 50 64 06 14 📠 04 50 64 08 73
@ : sage.annecy@sage-environnement.fr
🌐 : www.sage-environnement.com

1 PRESENTATION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

L'étude de dangers porte sur les installations destinées à la méthanisation de graisses et de boues d'épuration, à la valorisation du biogaz produit et à l'accueil de graisses et boues d'épuration externes, qui prennent place sur le site de la station d'épuration de Courtine, sur le territoire de la commune d'Avignon.

La station d'épuration de Courtine est implantée sur une zone d'activités économiques. Son environnement immédiat se compose principalement :

- au Sud, du chemin de Courtine qui assure la desserte routière du site;
- à l'Ouest, d'une voie ferrée dédiée au transport de marchandises. Cette voie peut théoriquement permettre le transport en camions citernes d'hydrocarbures et de produits chimiques ;
- au Nord, du drain CNR, de la rocade Charles de Gaulle puis du Rhône ;
- à l'Est, d'une aire d'accueil des gens du voyage (sédentarisés et non sédentarisés).

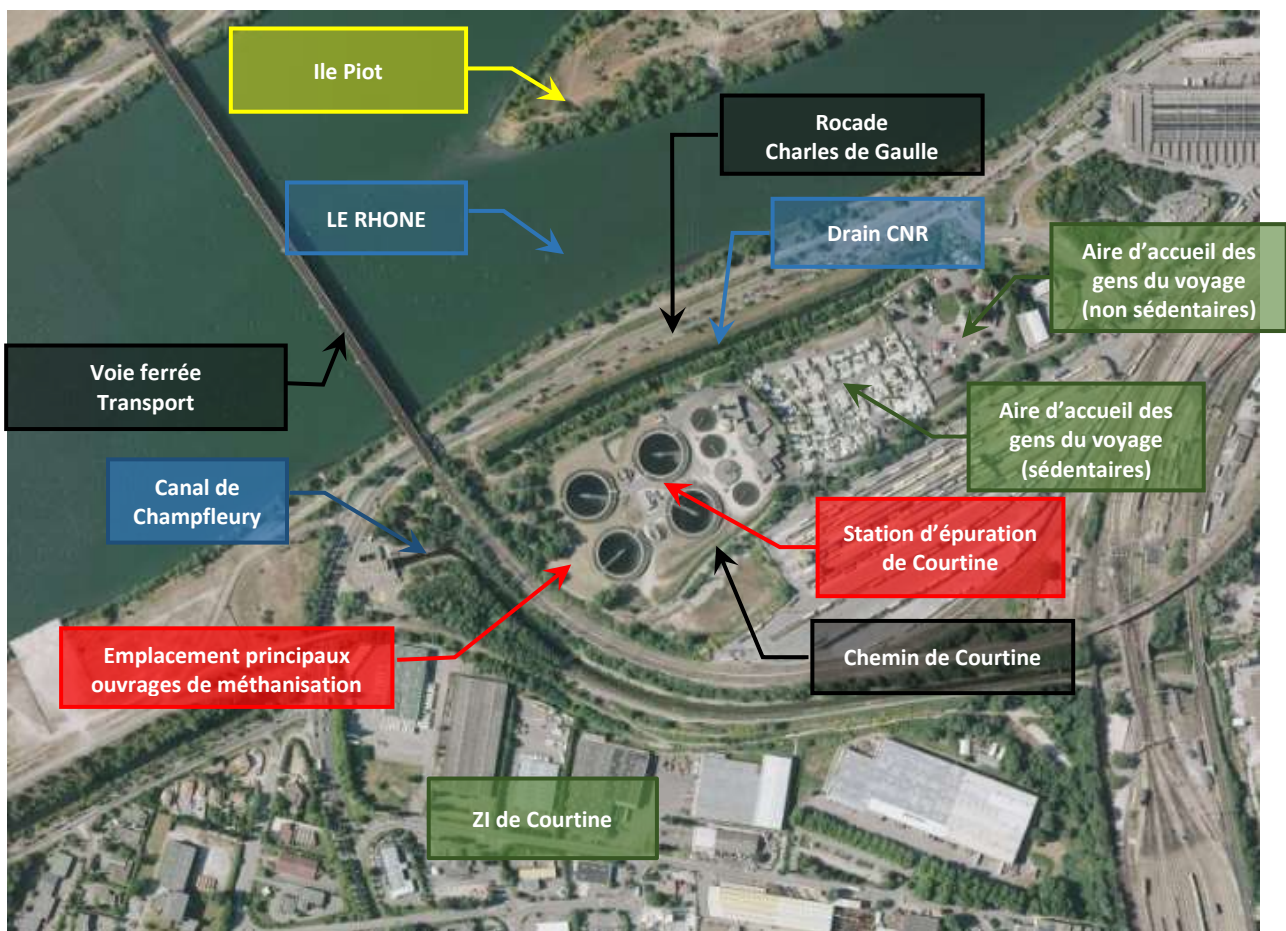


Figure 1 : Environnement immédiat des installations

La desserte du site est assurée par le Chemin de Courtine

Les installations étudiées se composent des unités fonctionnelles suivantes :

- Mélange et stockage des matières brutes (boues + graisses) en amont du digesteur, dans des cuves d'homogénéisation appelées « bâches amont » ;
- Digesteur (cylindre en béton armé, étanche au gaz et isolés thermiquement, dans lequel se déroulent le processus de fermentation à l'origine de la production de biogaz);
- Stockage des matières digérées dans des cuves appelées « bâches aval » ;
- Gazomètre (réservoir de stockage tampon du biogaz issu du digesteur constitué d'une double paroi souple en PVC);
- Unité de purification permettant la « transformation » du biogaz en biométhane ;
- Unité d'injection du biométhane dans le réseau de transport de gaz naturel ;
- Réseau de biogaz ;

- Torchère permettant, le cas échéant, la destruction du biogaz ;
- Utilités (alimentation électrique,...)

2 DANGERS LIES AUX PRODUITS STOCKES ET MANIPULES

Les produits stockés et manipulés sur le site peuvent par nature présenter certains dangers liés à leur composition.

2.1 Graisses et boues d'épuration

En ce qui concerne les graisses et boues d'épuration, le risque principal est la fermentation anaérobie (= en l'absence d'oxygène) qui peut intervenir dans les équipements et zones confinés et produit un mélange inflammable de méthane (CH₄) et de CO₂ appelé « biogaz ».

2.2 Réactifs et incompatibilité entre substances

Le chlorure ferrique est le seul réactif utilisé au niveau des installations de méthanisation. Les risques d'incompatibilités entre substances sont donc écartés.

3 DANGERS LIES AUX EQUIPEMENTS ET PROCEDES

Les événements accidentels pouvant se déclencher sur le site en cas de fonctionnement anormal des installations peuvent être rangés selon trois grandes catégories :

- pollution accidentelle, avec écoulement liquide et/ou émission atmosphérique accidentelle (toxicité potentielle, mélange incompatible),
- incendie pouvant être initié par la production d'étincelles au sein d'équipements électromécaniques, la surchauffe d'un équipement ou l'apport d'un point chaud (travaux, cigarettes, malveillance,...)
- explosion de gaz (biogaz ou biométhane).

4 DANGERS LIES A L'ENVIRONNEMENT DES INSTALLATIONS

4.1 Dangers liés aux éléments naturels

Les dangers liés aux éléments naturels retenus dans le cas présent sont liés aux épisodes orageux et au foudroiement des installations.

4.2 Dangers liés aux activités extérieures à l'établissement

Aucun danger en provenance d'activités extérieures (installations voisines, infrastructures de transport,...) n'est retenu.

Les installations de méthanisation équipant le site de la station d'épuration de Courtine sont en cours de construction à la date de rédaction de la présente étude. Aucun retour sur l'accidentologie interne n'existe.

5 ANALYSE DE L'ACCIDENTOLOGIE SUR DES INSTALLATIONS SIMILAIRES

L'analyse de l'accidentologie met en évidence certains équipements potentiellement générateurs de phénomènes dangereux, et éclaire également sur les causes de ces phénomènes. Parmi les ouvrages ou équipements prévus sur la station d'épuration de Courtine, il s'avère sans surprise que le biogaz généré au sein du digesteur puis stocké dans le gazomètre, fait de ces ouvrages une source de risque significative. Il en est de même pour les équipements mettant en œuvre ce gaz inflammable (torchère,...) et les locaux en accueillant (traitement membranaire,...).

L'analyse permet également d'identifier des causes récurrentes de ces accidents, tant d'un point de vue technique (défaillances, vétusté,...) qu'humain (erreurs humaines).

6 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Une analyse préliminaire des risques a été réalisée. Elle a permis d'examiner tous les scénarios accidentels possibles et d'identifier ceux dont l'intensité pourrait générer des effets sur les tiers et qui doivent à ce titre être étudiés plus en détail :

- Explosion dans un équipement (digesteur, gazomètre, unité de purification du biogaz, unité d'injection du biométhane), en raison de la présence de biogaz ou de biométhane dans un milieu confiné. Ce phénomène génère des effets de surpression ;
- Explosion en extérieur à la suite d'une fuite de biogaz ou de biométhane (au niveau d'une tuyauterie, du gazomètre...). Ce phénomène d'explosion non confinée de gaz génère des effets thermiques et de surpression ;
- Inflammation immédiate d'un gaz sous pression, en raison d'une fuite de biogaz ou de biométhane (au niveau d'une tuyauterie contenant du gaz sous pression). Ce phénomène de jet enflammé (ou feu de torche) génère des effets thermiques

7 ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES

Cette étape consiste à déterminer les distances auxquelles sont atteints les trois seuils d'effets réglementaires suivants :

- **le Seuil des Effets Irréversibles (SEI)** qui correspond au seuil à partir duquel les personnes exposées subiraient des blessures (telles que des brûlures) irréversibles
- **le Seuil des premiers Effets Létaux (SEL)** qui correspond au seuil pouvant entraîner le décès de 1 personne sur 100 exposées ;
- **le Seuil des Effets Létaux Significatifs (SELS)** qui correspond au seuil pouvant entraîner le décès de 5 personnes sur 100 exposées.

Nota : Un seuil de surpression correspondant à la de destructions de vitres est rajouté pour les effets de surpression en cas d'explosion.

Dans le cas présent, le phénomènes dangereux ayant donné lieu à une analyse détaillée sont :

- PHD1 : Explosion de biogaz dans le digesteur plein (effets de surpression) ;
- PHD2 : Explosion de biogaz dans le digesteur vide (effets de surpression) ;
- PHD3 : Explosion non confinée de biogaz consécutive à la ruine du gazomètre (effets thermiques et de surpression) ;
- PHD4 : Explosion de biogaz dans le gazomètre (effets de surpression) ;

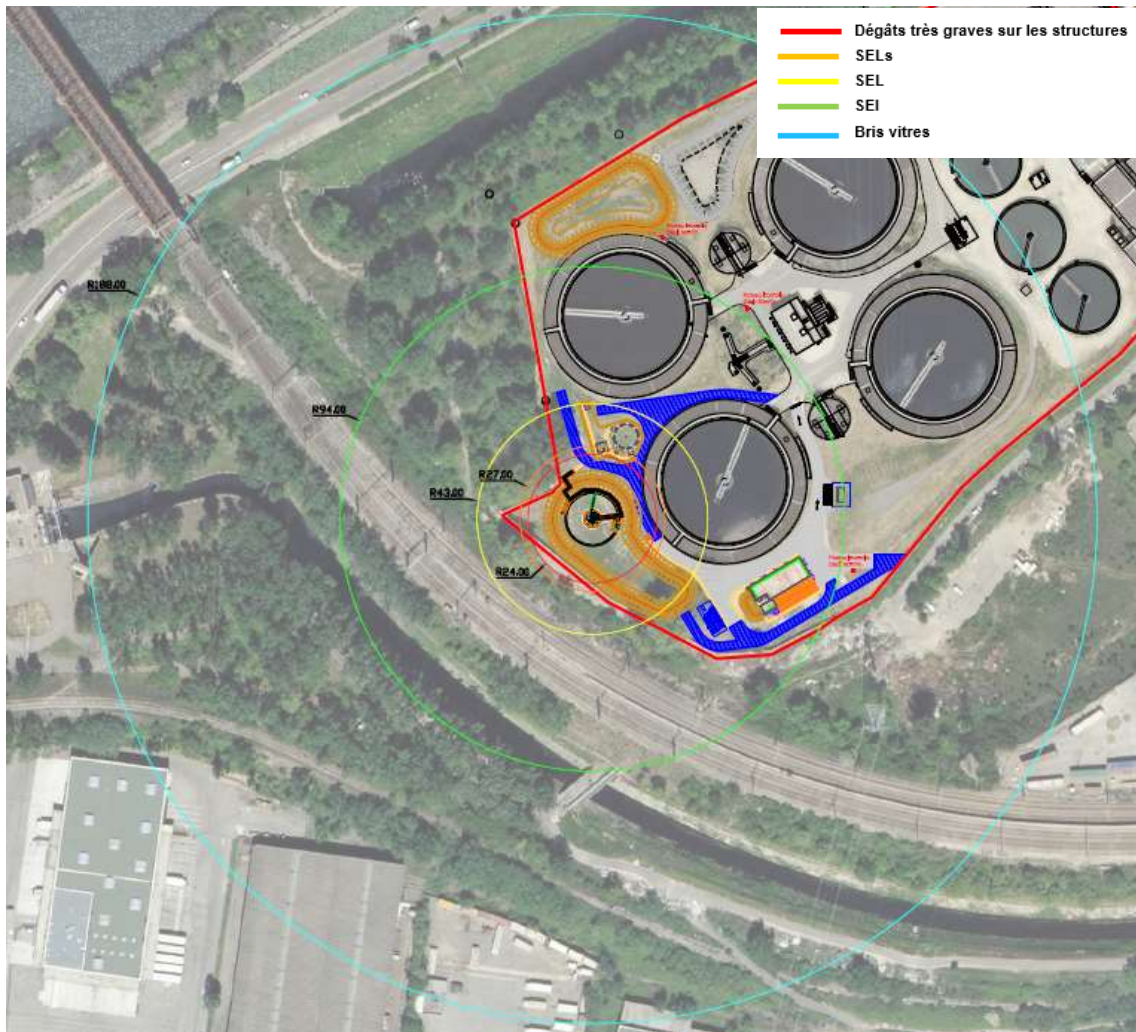
- PHD5a : Explosion non confinée de biogaz suite à une fuite sur le réseau (effets thermique et de surpression) ;
- PHD5b : Jet enflammé de biogaz suite à une fuite sur le réseau (effets thermique) ;
- PHD6 : Explosion de biogaz dans l'unité de purification (effets de surpression) ;
- PHD7 : Explosion de biométhane dans l'unité d'injection (effets de surpression) ;
- PHD8 : Explosion non confinée de biogaz en cas d'extinction ou non allumage de la torchère (effets thermiques et de surpression).

Pour chaque phénomène dangereux étudié, le tracé des zones d'effets, correspondant aux seuils des effets létaux (SELS, SEL) et aux seuils des effets irréversibles (SEI) définis précédemment, est retranscrit ci-dessous.

Remarque : les phénomènes dangereux PHD5a, PHD5b et PHD8 ne génèrent pas d'effets thermiques et/ou de surpression atteignant les seuils définis précédemment. Ils n'ont donc pas fait l'objet d'un tracé des zones d'effets.



PHD1 - Distances des effets de surpression liés à l'explosion du digesteur plein



PHD2 - Distances des effets de surpression liés à l'explosion du digesteur vide



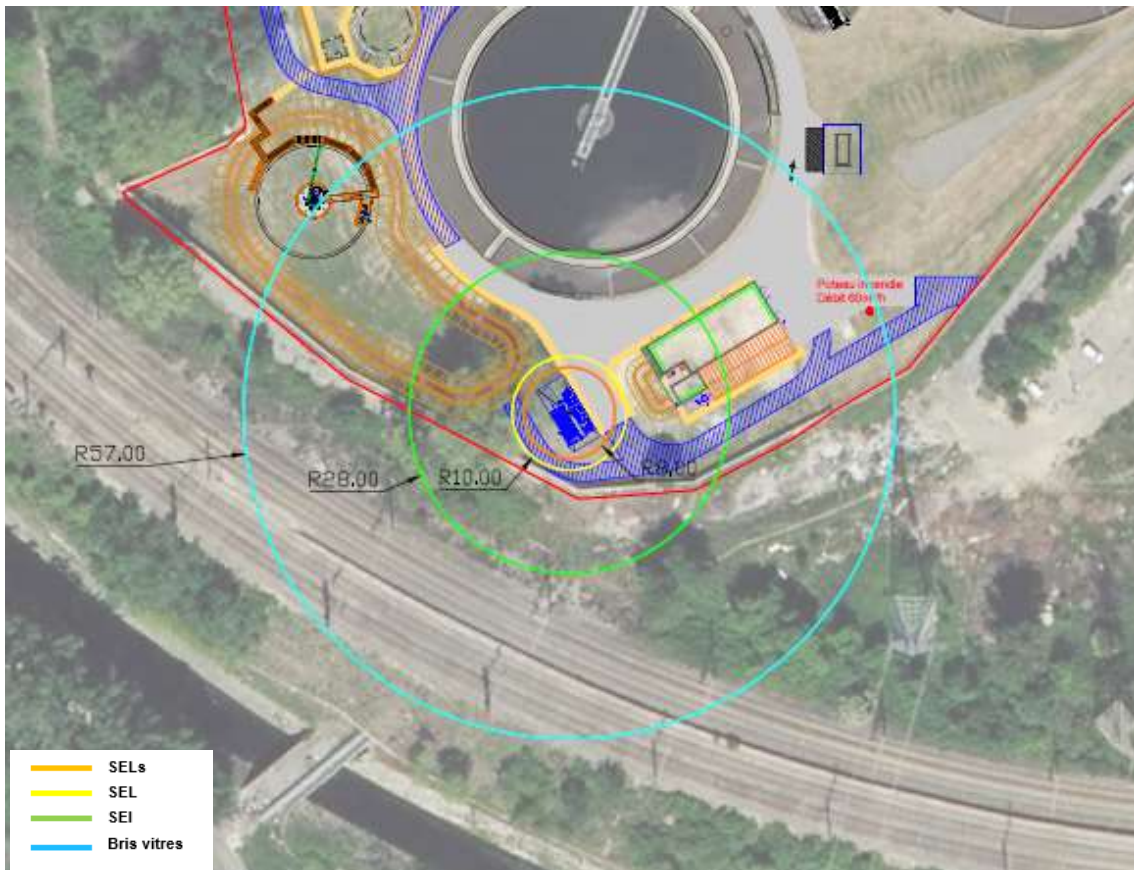
PHD3 - Distances des effets thermiques liés à une explosion consécutive à la ruine du gazomètre



PHD3 - Distances des effets de surpression liés à une explosion consécutive à la ruine du gazomètre



PHD4 : Distances des effets de surpression liés à une explosion de biogaz dans le gazomètre



PHD6 - Distances des effets de surpression liés à une explosion confinée du conteneur d'épuration



PHD7 - Distances des effets de surpression liés à une explosion confinée dans le conteneur odorisation/injection

Parmi les phénomènes dangereux dont les distances d'effets ont été modélisés, trois engendrent des effets à l'extérieur du site : PHD 1, PHD 2 et PHD 6. Leur examen doit être poursuivi.

8 SITUATION DES PHENOMENES DANGEREUX AYANT DES EFFETS HORS SITE DANS LA MATRICE DE CRITICITE

Les accidents potentiels (sans tenir compte des mesures de maîtrise des risques sauf celles qui sont passives) peuvent être hiérarchisés dans une matrice « de criticité » en fonction de leur probabilité et de leur gravité.

En fonction du niveau de criticité obtenu, des mesures complémentaires peuvent être proposées.

- **Zone en rouge « NON »** : zone de risque élevé → accidents « inacceptables » susceptibles d'engendrer des dommages sévères à l'intérieur et hors des limites du site ;
- **Zone en jaune et orange « MMR »** : zone de Mesures de Maîtrise des Risques. Les phénomènes dangereux dans cette zone doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation ;
- **Zone en vert** : zone de risque moindre accidents « acceptables » dont il n'y a pas lieu de s'inquiéter outre mesure (le risque est maîtrisé). Pas de mesures de réduction complémentaire du risque.

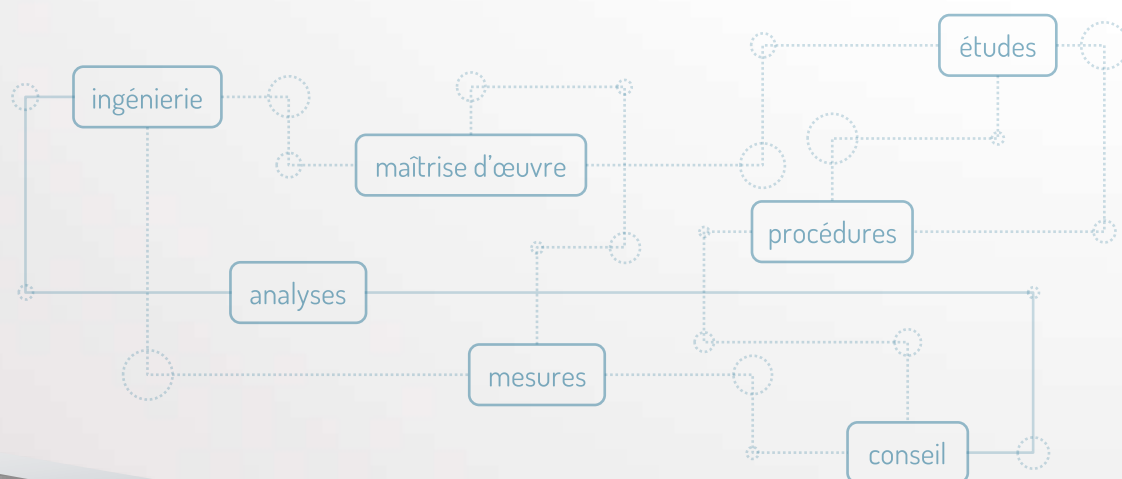
Les phénomènes dangereux ayant des effets hors site sont placés dans la matrice « de criticité » ci-dessous :

Gravité	Probabilité				
	E	D	C	B	A
5 - Désastreux					
4 - Catastrophique					
3 - Important					
2 - Sérieux	PHD 2	PHD 1			
1 - Modéré		PHD 6			

Ces trois phénomènes sont situés en zone verte de la matrice de criticité. Ils sont donc considérés comme « acceptable » et ne requièrent pas de mesures complémentaires de réduction de leurs probabilités.

Accueil de déchets non dangereux externes sur les installations de méthanisation de la station d'épuration de Courtine

Demande d'autorisation environnementale
E - Etude de dangers



février 2022



12 Avenue du Pré de Challes - Parc des Glaisins
ANNECY LE VIEUX - 74 940 ANNECY
☎ 04 50 64 06 14 ☎ 04 50 64 08 73
@ : sage.annecy@sage-environnement.fr
🌐 : www.sage-environnement.com

Fiche document :

Informations :

Client / Maître d'ouvrage :	Communauté d'Agglomération du Grand Avignon
Contact – Coordonnées :	
Numéro dossier SAGE :	18.211
Responsable :	Sandrine Chabault
Assistant(e)s :	
Relecteur :	
Titre :	Accueil de déchets non dangereux externes sur les installations de méthanisation de la station d'épuration de Courtine
Sous titre – objet :	Demande d'autorisation environnementale E - Etude de dangers
Catégorie document :	Dossier réglementaire
Mots clés :	Méthanisation, ICPE, Autorisation
Statut document :	Définitif
Indice de révision :	V2
Référence document :	SC/18.211/V2
Confidentialité :	
Fichier :	E - Etude de dangers.docx
Date :	28/02/2022
Nombre de pages :	100

Historique des versions et révisions :

Indice révision	Date	Détails – modifications	Resp.
0	08/07/2021	Version initiale	Sandrine Chabault
1	07/12/2021	Version modifiée avec les éléments communiqués par l'exploitant	Sandrine Chabault
2	10/02/2022	Version modifiée avec les éléments communiqués par l'exploitant	Sandrine Chabault



12 Avenue du Pré de Challes – Parc des Glaisins
ANNECY LE VIEUX – 74 940 ANNECY
☎ 04 50 64 06 14 📠 04 50 64 08 73
@ : sage.annecy@sage-environnement.fr
🌐 : www.sage-environnement.com

PRÉAMBULE

La station d'épuration communautaire, sise chemin de Courtine, a été conçue dans les années 1990 pour traiter les effluents des communes d'Avignon et du Pontet. Elle accepte depuis 2007 les effluents des communes gardoises de Villeneuve-lès-Avignon et Les Angles.

En 2009, cette unité a fait l'objet de travaux d'extension et mise aux normes qui ont permis de porter sa capacité nominale à 177 000 équivalents-habitants.

A ce jour, la station d'épuration de Courtine dispose d'une file de traitement de l'eau intégrant une décantation primaire et un traitement biologique (boues activées). Les boues, mélangées et homogénéisées, sont évacuées vers une plate-forme de compostage après une étape de déshydratation.

L'exploitation de cette station d'épuration et plus généralement du système d'assainissement dit « d'Avignon - Le Pontet » est autorisée par l'arrêté interpréfectoral n°2015079-0015 du 20 mars 2015, délivré au titre de l'article L214-3 du code de l'environnement et complété par l'arrêté interpréfectoral n° 30-220-07-24-007 du 24 juillet 2020.

Le Grand Avignon a récemment engagé des travaux permettant l'ajout d'une étape de méthanisation des boues et graisses produites sur site en préalable à la déshydratation. Les ouvrages correspondants sont dimensionnés pour traiter une charge supérieure à celle liée aux boues et graisses actuellement générées par la station d'épuration de Courtine.

Dans l'attente de l'accroissement de ces quantités de boues et graisses et afin d'optimiser le fonctionnement et l'utilisation des ouvrages, le Grand Avignon prévoit d'accueillir des graisses externes ainsi que des boues d'épuration en provenance d'autres stations présentes sur son territoire ou à ses abords. Il s'agira d'unités traitant exclusivement des eaux usées d'origine domestique.

Ce projet constitue une modification d'une installation bénéficiant d'une autorisation environnementale ; elle soumet ladite installation à la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement et à l'article L515-28 du code de l'environnement. Aussi, selon l'article R181-46 et en application des dispositions de l'article L181-14 du même code, cette modification doit être regardée comme substantielle et sa mise en œuvre requiert la délivrance d'une nouvelle autorisation environnementale.

Le présent document, élaboré en application des dispositions des articles R181-13 et suivants du code de l'environnement, constitue l'un des supports de la demande d'autorisation formulée par le Grand-Avignon. Il concerne l'étude de dangers rédigée en application des dispositions du III de l'article D181-15-2 du même code.

TABLE DES MATIERES

PRÉAMBULE	3
Objectifs de l'étude et méthodologie	7
1 Textes réglementaires de référence et guides techniques.....	8
2 Méthode.....	9
3 Acronymes et abréviations.....	10
4 Définition des principaux termes utilisés.....	11
Présentation des installations et de leur environnement	12
1 Présentation des installations.....	13
1.1 Bâche amont.....	14
1.2 Digesteur.....	14
1.3 Gazomètre.....	15
1.4 Bâche aval.....	15
1.5 Unité d'épuration du biogaz.....	15
1.6 Injection du biométhane.....	16
1.7 Torchère.....	16
1.8 Réseaux de biogaz et de biométhane.....	16
2 Présentation de l'environnement des installations.....	17
2.1 Situation générale.....	17
2.2 Environnement humain et urbain.....	17
Organisation générale en matière de sécurité	19
1 Organisation et gestion des risques.....	20
1.1 Organisation générale et management de la sécurité.....	20
1.2 Moyens humains.....	21
1.3 Moyens techniques.....	22
1.4 Moyens de lutte internes et externes.....	25
Identification et caractérisation des potentiels de dangers	28
1 Dangers liés aux produits.....	29
1.1 Réactifs, produits et mentions de danger.....	29
1.2 Boues d'épuration.....	29
1.3 Incompatibilité entre substances.....	32
2 Dangers liés aux équipements et procédés.....	32
2.1 Pollution accidentelle.....	32
2.2 Incendie.....	32
2.3 Explosion.....	33
2.4 Dangers liés aux conditions opératoires et aux opérations d'approvisionnement.....	34
2.5 Dangers liés aux phases de maintenance et de travaux.....	35
3 Potentiels de dangers liés à l'environnement des installations.....	36
3.1 Dangers liés aux éléments naturels.....	36
3.2 Dangers liés aux activités extérieures à l'établissement.....	37
3.3 Rupture de barrages.....	39
3.4 Malveillance.....	40
3.5 Synthèse.....	40

4	Réduction des potentiels de dangers.....	41
4.1	Principe de substitution.....	41
4.2	Principe d'intensification.....	41
4.3	Principes d'atténuation et de limitation des effets.....	41
Accidentologie	42
1	Accidentologie interne.....	43
2	Accidentologie sur des installations similaires.....	43
2.1	La production et la mise en œuvre de biogaz.....	43
2.2	Le stockage en gazomètre.....	44
2.3	Retour d'expérience INERIS sur les activités de méthanisation.....	44
2.4	Flash ARIA de mars 2021 concernant les rejets de matières dangereuses ou polluantes liés aux activités de méthanisation.....	45
3	Conclusion sur le retour d'expérience.....	46
Analyse préliminaire des risques	48
1	Méthodologie.....	49
2	Exclusion de phénomènes dangereux.....	49
3	Analyse préliminaire des risques.....	50
3.1	Analyse préliminaire des risques liés à l'homogénéisation et au stockage des boues et des graisses en amont de la digestion.....	51
3.2	Analyse préliminaire des risques liés au digesteur.....	53
3.3	Analyse préliminaire des risques liés au stockage du digestat.....	57
3.4	Analyse préliminaire des risques liées au stockage du biogaz.....	59
3.5	Analyse préliminaire des risques liés au réseau de biogaz.....	61
3.6	Analyse préliminaire des risques liées à l'épuration du biogaz.....	63
3.7	Analyse préliminaire des risques liés à l'injection de biométhane.....	65
3.8	Analyse préliminaire des risques liés à la torchère.....	67
3.9	Analyse préliminaire des risques liées aux pertes d'utilités.....	69
3.10	Sélection des phénomènes dangereux nécessitant une analyse détaillée.....	71
Analyse détaillée des risques	72
1	Méthodologie.....	73
1.1	Seuils d'effets pour la détermination des zones de dangers.....	73
1.2	Quantification de l'intensité des phénomènes dangereux.....	74
2	Modélisation des effets des effets des phénomènes dangereux retenus.....	78
2.1	PHD 1 : Explosion du digesteur plein.....	78
2.2	PHD 2 : Explosion du digesteur vide.....	80
2.3	PHD 3 : Explosion non confinée consécutive à la ruine du gazomètre.....	82
2.4	PHD 4 : Explosion de biogaz dans le gazomètre.....	84
2.5	PHD 5a : Explosion non confinée consécutive à une fuite sur le réseau biogaz.....	85
2.6	PHD 5b : Jet enflammé de biogaz suite à une fuite sur le réseau biogaz.....	86
2.7	PHD 6 : Explosion confinée dans le conteneur d'épuration.....	87
2.8	PHD 7 : Explosion confinée dans le conteneur odorisation/injection.....	88
2.9	PHD 8 : Explosion non confinée de biogaz en cas d'extinction ou non allumage de la torchère.....	90
3	Bilan des phénomènes dangereux.....	92
4	Evaluation de la gravité et de la probabilité.....	92
4.1	Méthodologie.....	92
4.2	Evaluation de la gravité et de la probabilité de phénomènes dangereux ayant des effets hors site.....	93

5	Evaluation de la cinétique des phénomènes dangereux ayant des effets hors site.....	94
6	Situation des phénomènes dangereux ayant des effets hors site dans la matrice de criticité.....	94
ANNEXES.....		96
Liste des annexes		97

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Environnement immédiat des installations	17
Figure 2 : Localisation des lieux de vie des populations sensibles.....	18
Figure 3 : ICPE soumises à autorisation dans l'environnement de la station d'épuration de Courtine	38
Figure 4 : Distances des effets de surpression liés à l'explosion du digesteur plein	79
Figure 5 : Distances des effets de surpression liés à l'explosion du digesteur vide.....	81
Figure 6 : Distances des effets thermiques liés à une explosion consécutive à la ruine du gazomètre	83
Figure 7 : Distances des effets de surpression liés à une explosion consécutive à la ruine du gazomètre	83
Figure 8 : Distances des effets de surpression liés à une explosion de biogaz dans le gazomètre.....	85
Figure 9 : Distances des effets de surpression liés à une explosion confinée du conteneur d'épuration	88
Figure 10 : Distances des effets de surpression liés à une explosion confinée dans le conteneur odorisation/injection	90

Accueil de déchets non dangereux externes sur les installations de méthanisation de la station d'épuration de Courtine

Demande d'autorisation environnementale
E - Etude de dangers

Objectifs de l'étude et méthodologie

février 2022

L'étude de dangers a pour objectif de rendre compte de l'examen effectué pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques que peuvent représenter les installations classées pour la protection de l'environnement mises en œuvre dans le cadre du projet de codigestion, d'épuration de biogaz et d'injection de biométhane dans le réseau gaz de ville, au sein de la station d'épuration de Courtine.

De manière générale, l'étude de dangers :

- expose les dangers que peuvent présenter les installations en cas d'accident, en faisant une description des accidents susceptibles de se produire, que leur cause soit d'origine interne (relatifs à la conception des installations, à la nature des produits mis en œuvre ou stockés, aux modes d'exploitation, aux contrôles réalisés, à la formation et à l'organisation des personnels en matière de sécurité) ou externe (séisme ou foudre, risques liés à la proximité d'installations dangereuses, chutes d'avion et malveillance), et en décrivant la nature et l'extension des conséquences que peut présenter un accident éventuel ;
- rend compte et justifie l'examen effectué par l'exploitant en vue de réduire les risques pour les populations et l'environnement ;
- décrit l'organisation et les moyens d'intervention et de secours en cas d'accident.

1 TEXTES REGLEMENTAIRES DE REFERENCE ET GUIDES TECHNIQUES

L'étude de dangers est réalisée conformément aux dispositions et recommandations des textes suivants :

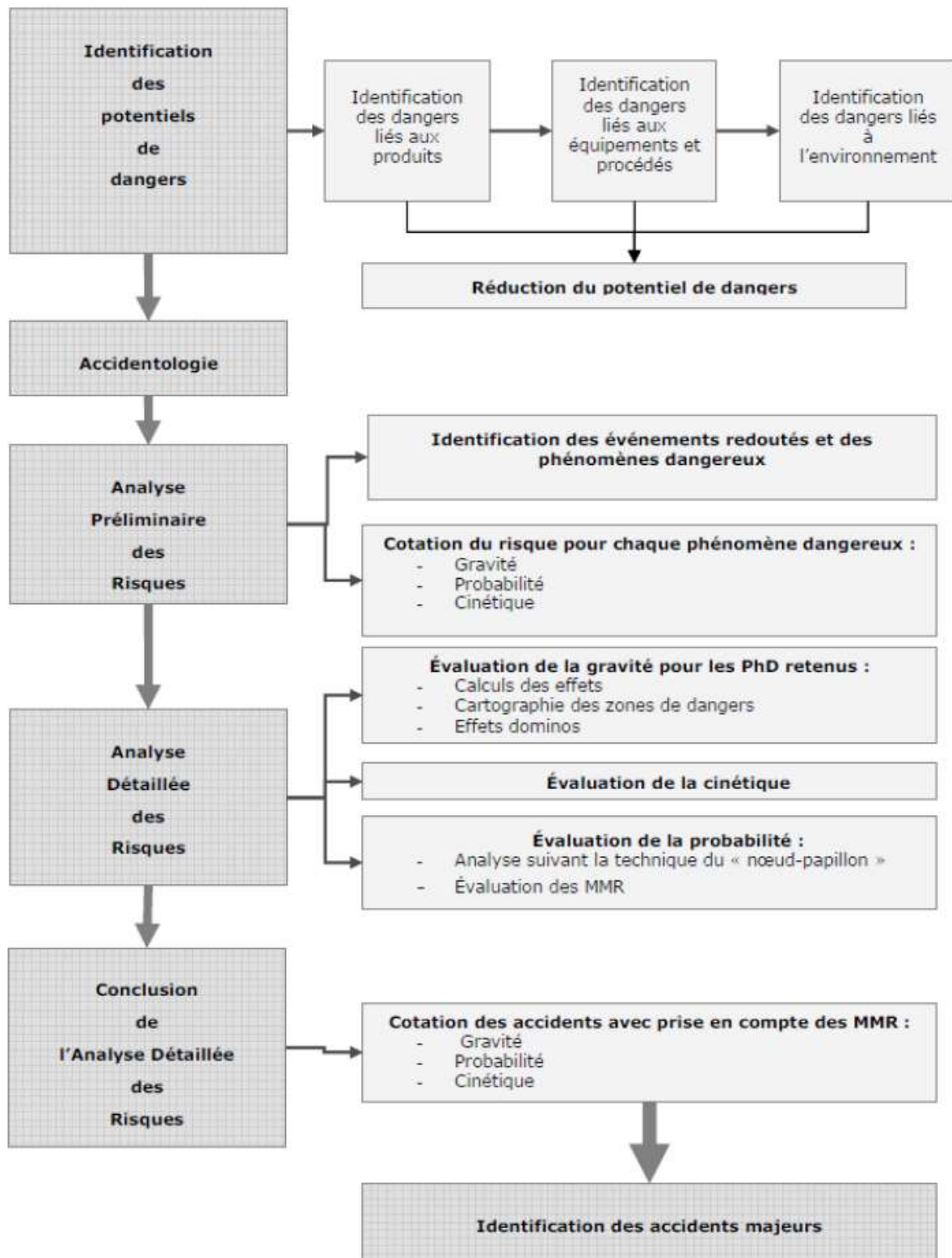
- le Code de l'Environnement notamment les articles L512-1 et suivants et R512-1 et suivants ;
- l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation (abrogeant l'arrêté du 22 octobre 2004 relatif aux valeurs de référence de seuils d'effets des phénomènes accidentels des installations classées) ;
- la note du ministère du 2 juin 2004 concernant la méthodologie des études de dangers des installations classées ;
- 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.

Elle s'appuie sur les guides techniques et rapports d'expertises suivants :

- INERIS – rapport N°46032 – DRA 32 – Etude comparative des dangers et des risques liés au biogaz et au gaz naturel – 10/04/2006.
- INERIS – DRA-09-101660-12812A – Scénarios accidentels et modélisation des distances d'effets associés pour des installations de méthanisation de taille agricole et industrielle – 18/01/2010.
- INERIS – DRA-12-117442-01013A – Retour d'expérience relatif aux procédés de méthanisation et à leurs exploitation – 13/02/2012.
- INERIS – DRA-14-133344-01580B – Etude des distances d'effets (explosion, thermique, toxique) des principaux scénarios majorants d'unité d'épuration de biogaz et d'injection de biométhane – 07/10/2014.
- Guide de l'état de l'art sur les silos pour l'application de l'arrêté ministériel relatif aux risques présentés par les silos et les installations de stockage de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des poussières inflammables - Version 3 – 2008 – MEEDDAT.
- INERIS - rapport N° DRA-15-156593-11767A - Avis technique sur la pertinence de la prise en compte de l'explosion secondaire dans le scénario d'explosion d'un digesteur - 07/12/2015
- INERIS - rapport N° DRA-15-156593-12179A - Modélisation de l'explosion d'un digesteur de boues- 21/12/2015

2 METHODE

La méthodologie suit le schéma type des études de dangers présenté ci-dessous.



3 ACRONYMES ET ABREVIATIONS

ADR	Analyse Détaillée des Risques (ou EDR – Étude détaillée des risques)
APR	Analyse préliminaire des risques
ARIA	Analyse, Recherche et Information sur les Accidents (cf BARPI)
ATEX	ATmosphère EXplosive
BARPI	Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles, Service des Risques Technologiques, Direction Générale de la Prévention des Risques (ministère de l'environnement)
BP	Basse Pression
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion : vaporisation explosive d'un liquide surchauffé
CF	Coupe-feu
DN	Diamètre nominal
ERP	Établissement Recevant du Public
FDS	Fiche de Données de Sécurité
GES	Groupe Électrogène de Secours
GrDF	Gaz réseau Distribution France
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des Risques
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention de accidents du travail et des maladies professionnelles
LIE	Limite Inférieure d'Explosivité
LSE	Limite Supérieure d'Explosivité
MTD	Meilleures Techniques Disponibles
MMR	Mesure de Maîtrise des Risques
PCI	Pouvoir Calorifique Inférieur
PHD	Phénomène Dangereux
PID	Piping and Instrumentation Diagram
PLU	Plan local d'urbanisme
PPRI	Plan de Prévention des Risques d'Inondation
PPRN	Plan de Prévention des Risques Naturels
REI	Coupe-feu (R pour la stabilité, E pour l'étanchéité aux gaz, I pour l'isolation thermique)
RIA	Réseau d'Incendie Armé
SDIS	Service départemental d'incendie et de secours
SEI	Seuils d'Effets Irréversibles
SEL	Seuils d'Effets Létaux
SELS	Seuils d'Effets Létaux Significatifs
SEVESO	Directive SEVESO de prévention des risques industriels majeurs
SSI	Système de Sécurité Incendie

TGBT	Tableau Général Basse Tension
TMD	Transport de Marchandises Dangereuses
UVCE	Unconfined Vapour Cloud Explosion : explosion d'un nuage gazeux non confiné
VCE	Vapour Cloud Explosion : explosion d'un nuage gazeux
VLE	Valeur Limite d'Exposition
VME	Valeur Moyenne d'Exposition
VRD	Voirie, Réseaux et Divers

4 DEFINITION DES PRINCIPAUX TERMES UTILISES

Danger

Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance (fuel, produits pulvérulents combustibles etc...), à un équipement technique (zone de stockage, réacteurs, chaudières...), aux conditions opératoires (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 ». Sont ainsi rattachées à la notion de "danger" les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, d'énergie disponible (pneumatique ou potentielle), de caractère infectieux etc., qui le caractérisent.

Événement initiateur

Cause directe de la survenance d'un événement principal redouté (par exemple Corrosion, Choc, problème Électrique, Conditions atmosphériques extrêmes, Non-respect de standard, Non-respect de consigne, etc....)

Événement central redouté

Événement défini par l'analyse de risques, qui caractérise l'état du système, en dehors du domaine opérationnel, résultant dans les circonstances du moment de l'insuccès dans la mise en œuvre des "barrières" mises en place et qui donne lieu à l'apparition d'un certain nombre "d'effets" de nature à entraîner des conséquences sur des éléments vulnérables (fuite de gaz, déversement accidentel, formation d'une ATEX, incendie, explosion, etc.)

Phénomène dangereux

Décrit les caractéristiques des phénomènes physiques, chimiques, associés à l'événement redouté concerné (surpression, thermique, toxique).

Barrière

Toute disposition ou tout dispositif ayant pour objet de remplir une fonction de sécurité reconnue comme nécessaire de par l'analyse de risques et permettant de prévenir ou de réduire la probabilité de survenance d'un événement central redouté ou d'en limiter les effets et les « conséquences ».

Accident Majeur

Scénario accidentel avec des effets à l'extérieur des limites de propriété du site.

MMR

Une barrière de sécurité est qualifiée de Mesure de Maîtrise des Risques (MMR) lorsque celle-ci est mise en œuvre et permet, seule ou avec d'autres barrières, d'atteindre le niveau de risque résiduel souhaité pour un accident majeur.

Accueil de déchets non dangereux externes sur les installations de méthanisation de la station d'épuration de Courtine

Demande d'autorisation environnementale
E - Etude de dangers

Présentation des installations et de leur environnement

février 2022

1 PRESENTATION DES INSTALLATIONS

L'étude de dangers porte sur le périmètre ICPE qui comprend l'ensemble des installations destinées à la méthanisation de graisses et de boues d'épuration, à la valorisation du biogaz produit et à l'accueil de graisses et boues d'épuration externes. Ce périmètre n'inclut pas les autres installations de la station d'épuration de Courtine.

Le personnel de la station d'épuration n'est pas considéré comme « personnes physiques correspondant à des intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement ». Ce personnel est sensibilisé aux risques liés aux installations de méthanisation ; il n'est pas comptabilisé dans la cotation en gravité des phénomènes dangereux retenus.

Les principales caractéristiques des ouvrages et équipements examinés dans le cadre de la présente étude de dangers sont rappelées ci-dessous.

Installations et équipements de méthanisation

Bâche d'homogénéisation	Volume	220	m ³
Défilasseur	Débit nominal	138	m ³ /j
Bâche de stockage amont digestion	Volume	50	m ³
Digesteur	Type	Béton	
	Hauteur totale	19,2	m
	Hauteur par rapport au terrain naturel	14,9	m
	Diamètre intérieur	19,2	m
	Diamètre extérieur	21,0	m
	Volume de ciel gazeux en fonctionnement normal	611	m ³
	Volume vide	4 611	m ³
	Pression de rupture statique	200	mbar
Bâche intermédiaire de stockage aval digestion	Volume	20	m ³
Bâche de stockage aval digestion	Volume	200	m ³

Installations et équipements de stockage et gestion du biogaz

Gazomètre	Volume	400	m ³
	Pression de rupture	45	mbar
Torchère	Débit	480	Nm ³ /h
	Hauteur	4,7	m
	Diamètre	910	mm
Conteneur épuration biogaz	Longueur	12,2	m
	Largeur	2,4	m
	Hauteur	2,9	m
	Volume	85	m ³
	Encombrement	20	%

Conteneur injection biométhane	Volume local odorisation	5	m ³
	Volume local poste gaz	15	m ³
	Encombrement	Négligeable	%
Tuyauteries biogaz	Diamètre ext	225	mm
	Pression	25	mbar
	Débit max	122	Nm ³ /h
Tuyauterie biométhane	Diamètre max	25	mm
	Pression	8	bar
	Débit max	77	Nm ³ /h

Réception des graisses et boues externes

Réception des graisses externes	Réception dans la cuve d'hydrolyse des graisses pour mélange avec les graisses internes, puis transfert vers la bêche d'homogénéisation (220 m ³) pour mélange avec les boues internes.
Réception des boues externes	Réception dans une trémie puis dans une bêche de réception de 40 m ³ avec agitateur mécanique et raccordement du ciel gaz à la désodorisation par charbon actif. Transfert vers la bêche de stockage amont digestion (50 m ³) et mélange avec les boues internes et les graisses

Ces installations sont décrites dans le fascicule A - *Description du projet* du dossier de demande d'autorisation environnementale.

Un rappel de cette description est proposé ci-dessous pour les principales installations.

1.1 Bêche amont

La bêche de stockage (50 m³) située en amont de la digestion reçoit le mélange des boues internes et graisses internes/externes en provenance de la bêche d'homogénéisation, après transit par le défilasseur. Cette bêche permet de mélanger ces matières avec les boues externes et d'assurer une alimentation continue et la plus constante possible du digesteur afin de limiter les à-coups de charges et les variations de production de biogaz.

Le maintien en suspension et l'homogénéisation des matières sont assurés par un agitateur submersible.

Le ciel gazeux de la bêche d'homogénéisation est raccordé à la désodorisation.

Deux pompes à lobes (fonctionnement en secours mutuel) assurent le transfert des matières homogénéisées vers le digesteur.

1.2 Digesteur

Après mélange dans la bêche de stockage amont de 50 m³, dont le ciel est raccordé à la désodorisation, les matières à traiter sont transférées dans le digesteur où elles sont digérées à une température de 37°C pendant plus de 18 jours.

Le digesteur est une cuve en béton de 4 611 m³ utiles, munie d'une agitation mécanique.

En fonctionnement normal, le volume maximal de remplissage des matières est de 4 000 m³ et le volume de biogaz (ciel gazeux) de 611 m³.

L'ouvrage est équipé de :

- Deux soupapes pression-dépression dont une en secours,
- Deux trous d'homme, un en haut et un en bas du digesteur,
- Une vasque d'alimentation,
- Une vasque de sortie des boues digérées ;
- Un pot de purge.

Le digesteur est chauffé par un échangeur boues/eau/boues, qui permet de maintenir la température des matières en cours de traitement à 37°C.

1.3 Gazomètre

Le biogaz produit dans le digesteur est envoyé, via une tuyauterie enterrée, vers le gazomètre de 400 m³ de capacité maximale.

Le gazomètre est un stockage tampon du biogaz (pression de service de 25 mbar) constitué d'une double membrane souple en PVC (la première membrane permet le stockage du biogaz dans de bonnes conditions d'étanchéité, la seconde membrane assure la tenue mécanique du gazomètre).

Un ventilateur centrifuge (+ un second en secours) assure le maintien en pression entre les deux enveloppes du gazomètre.

La pression de rupture de ce type de gazomètre est de quelques dizaines de millibars (45 mbar).

Le gazomètre est équipé des éléments de sécurité suivants :

- un système de garde hydraulique qui assure la protection du gazomètre contre une surpression accidentelle,
- une sonde à ultrasons assurant la mesure du niveau de remplissage (mesure du déplacement de la membrane), protégée ATEX,
- un détecteur de CH₄ (explosimètre), protégé ATEX, installé au niveau du registre d'équilibrage entre les deux membranes.

1.4 Bâche aval

En sortie du digesteur, les matières digérées sont dirigées gravitairement vers une bâche de stockage intermédiaire de 20 m³ puis, par pompage, vers une bâche de stockage de 200 m³.

Les matières stockées dans les bâches aval peuvent continuer à dégager du méthane.

La bâche intermédiaire est une cuve en béton située dans le bâtiment technique dédiée à la méthanisation. Elle est équipée d'un agitateur mécanique et d'une extraction d'air raccordée à l'unité de désodorisation par charbon actif.

La bâche de stockage de 200 m³ est également un ouvrage béton, implanté à proximité immédiate du bâtiment de traitement des boues. Elle est équipée d'un agitateur mécanique et son ciel gazeux est raccordée à l'unité de désodorisation par lavage chimique.

1.5 Unité d'épuration du biogaz

L'épuration du biogaz est effectuée dans un container métallique placé sur une dalle béton.

Le traitement se compose des étapes suivantes :

- séchage et d'un refroidissement du biogaz ;
- filtration sur charbon actif pour l'élimination du H₂S et des COV ;
- épuration membranaire pour l'élimination du CO₂.

Le container métallique (L x l x h = 12,2 m x 2,4 m x 2,9 m) est équipé d'une détection de gaz (méthane) avec activation d'une alarme sonore et visuelle et coupure de l'alimentation en gaz en cas de détection.

1.6 Injection du biométhane

Le poste d'injection de biométhane est constitué d'un container métallique divisé en 3 compartiments :

- un local odorisation : à ce niveau du THT est injecté dans le biométhane ;
- un local gaz : ce local comprend un skid d'analyse du biométhane et un skid de comptage du biométhane injecté dans le réseau ;
- un local électrique.

1.7 Torchère

La torchère est destinée à brûler l'excès de biogaz. Son fonctionnement est automatique. Le biogaz, en provenance du gazomètre alimente la torchère par une tuyauterie enterrée. Le débit maximal d'alimentation est de 480 Nm³/h.

La hauteur de la torchère est de 4,7 m, son diamètre est de 0,91 m.

La torchère est équipée d'un dispositif de détection de flammes et d'un dispositif anti-retour de flammes.

1.8 Réseaux de biogaz et de biométhane

Le réseau de biogaz est constitué de tuyauteries :

- PEHD gaz Ø 225 ext pour les tronçons enterrés,
- en acier inoxydable pour les tronçons aériens (raccords soudés), avec revêtement anticorrosion.

La pression de service est comprise entre 15 et 25 mbar.

Ce réseau est principalement enterré ; les tronçons aériens (descente du digesteur, entrée torchère, entrée unité de purification) sont protégés contre les chocs mécaniques et sont tolérants aux contraintes de type vibrations ou accélérations sismiques.

Une vanne automatique est installée sur la ligne biogaz entre le digesteur et le gazomètre (vanne implantée dans le pot de purge). Elle se ferme sous condition de fonctionnement non nominal (pression basse dans le réseau, baisse du niveau des boues dans les digesteurs, etc.) et permet ainsi d'éviter tout retour de biogaz du gazomètre vers le digesteur en cas de fissuration de l'ouvrage de digestion et fuite de boues à partir de ce dernier.

Le réseau de biométhane est également constitué de tuyauteries en PEHD dans les parties enterrées et en acier inoxydable dans les parties aériennes. La pression de service est comprise entre 5,5 et 8 bar.

2 PRESENTATION DE L'ENVIRONNEMENT DES INSTALLATIONS

Les éléments sensibles de l'environnement, en tant que cibles pour les installations objet de l'étude de dangers, sont analysés ci-dessous.

2.1 Situation générale

Les installations de méthanisation prennent place dans l'emprise de la station d'épuration de Courtine, sur le territoire de la commune d'Avignon.

La desserte du site est assurée par le Chemin de Courtine

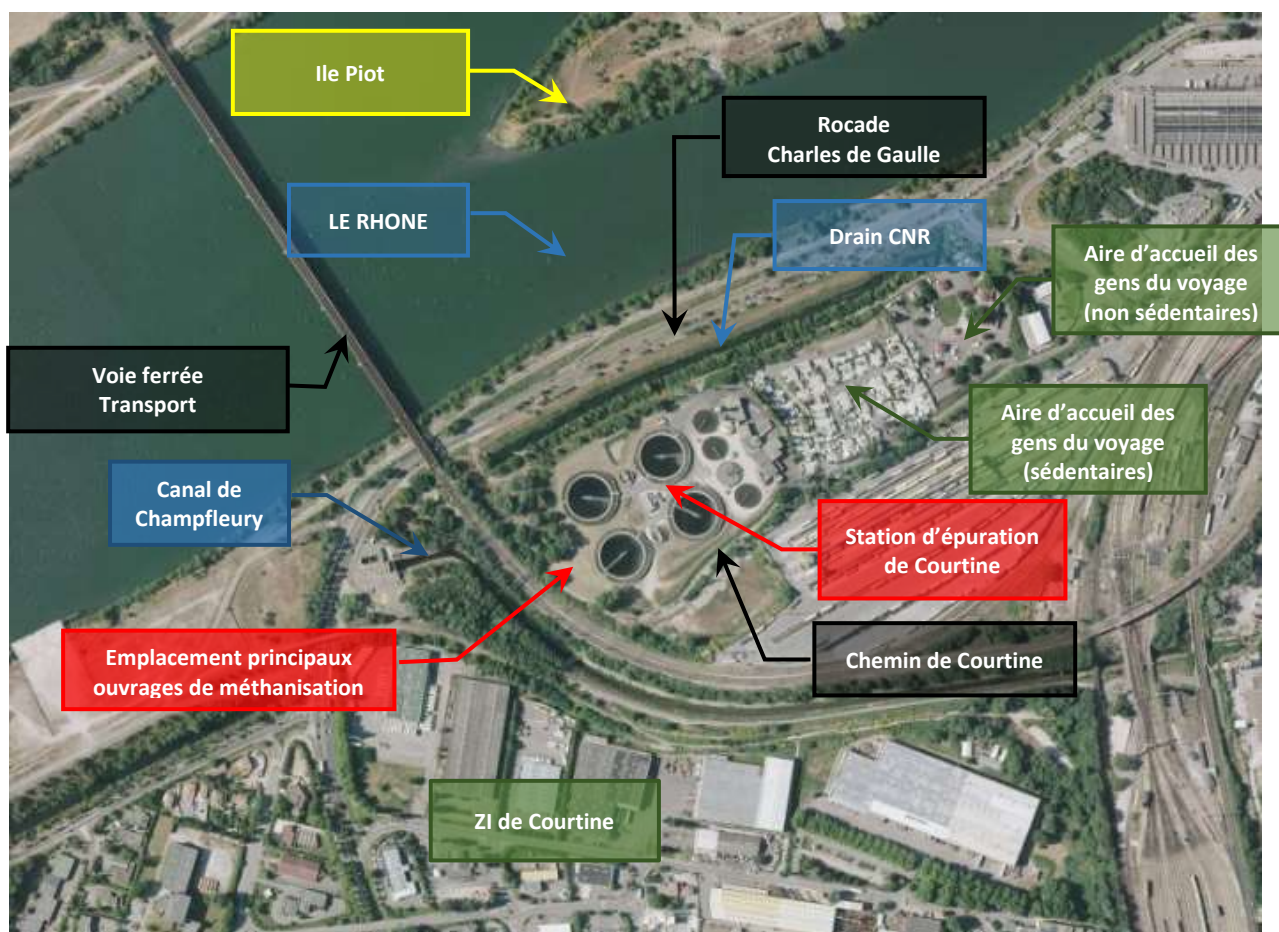


Figure 1 : Environnement immédiat des installations

2.2 Environnement humain et urbain

La station d'épuration de Courtine est implantée en zone d'activités économiques.

Son environnement immédiat se compose principalement :

- au Sud, du chemin de Courtine qui assure la desserte routière du site;
- à l'Ouest, d'une voie ferrée dédiée au transport de marchandises. Cette voie peut théoriquement permettre le transport en camions citernes d'hydrocarbures et de produits chimiques ;
- au Nord, du drain CNR, de la rocade Charles de Gaulle puis du Rhône ;
- à l'Est, d'une aire d'accueil des gens du voyage (sédentarisés et non sédentarisés).

Dans cet environnement, les éléments notables sont :

- les habitations les plus proches situées :
 - au sein de l'aire d'accueil de gens du voyage sédentarisés, qui borde la limite Nord-Est de la station d'épuration ;
 - au sein du quartier Champfleury, à environ 600 m à l'Est de la station d'épuration.
- des établissements recevant du public
 - déchetterie de Courtine à environ 650 m au Nord-Est des installations ;
 - hypermarché à 900 m à l'Est-Nord-Est ;
 - divers commerces (concessionnaire camping-cars, magasin de matériel de motoculture, magasin de matériel électrique,...) de la ZAC de Courtine à environ 350 m au Sud des installations ;
- des lieux d'accueil de populations sensibles (école, crèches, établissements de santé, maisons de retraite). Tous ces lieux sont situés à plus de 500 m des installations.

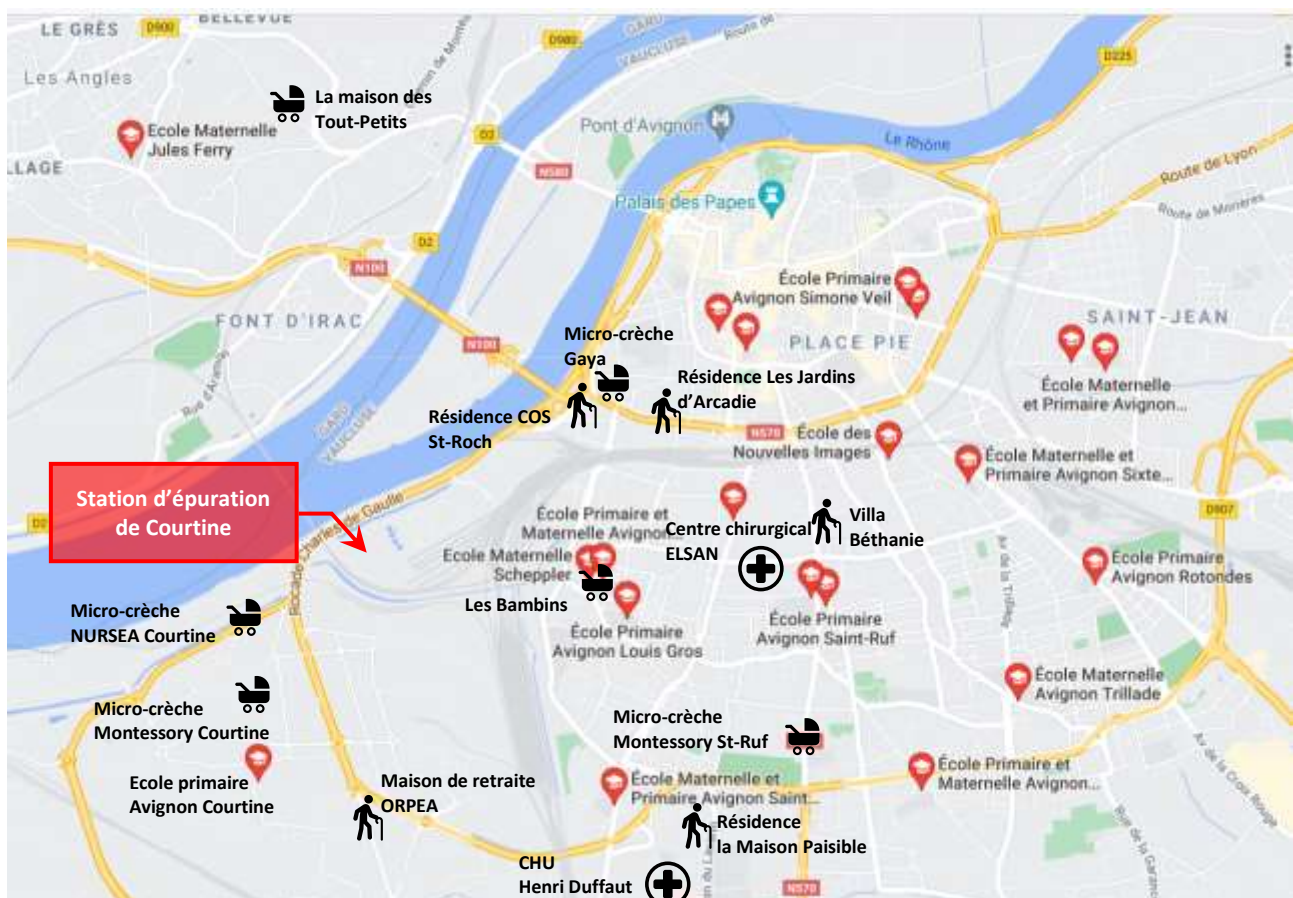


Figure 2 : Localisation des lieux de vie des populations sensibles

Accueil de déchets non dangereux externes sur les installations de méthanisation de la station d'épuration de Courtine

Demande d'autorisation environnementale
E - Etude de dangers

Organisation générale en matière de sécurité

février 2022

1 ORGANISATION ET GESTION DES RISQUES

1.1 Organisation générale et management de la sécurité

Les actions de sécurité sur le site de la station d'épuration de Courtine concernent :

- la conception et la mise en œuvre des matériels et des installations ;
- l'existence et la mise en œuvre d'une organisation sécurité sur le site.

L'organisation sécurité mise en place est la suivante :

- la formation des personnels (formation technique et sécurité) ;
- l'organisation technique (moyens, consignes, etc.).
- la définition des relations avec les sapeurs-pompiers, ce qui permet d'articuler efficacement les moyens d'intervention internes et externes.

1.1.1 Document unique

La station d'épuration de Courtine possède un Document Unique (sous format Excel), établi par l'exploitant, qui répertorie l'ensemble des dangers et risques présents sur le site. Il est régulièrement mis à jour lors des modifications d'installations, de poste de travail ou d'apparition de nouveaux dangers. Il intègre une cartographie des dangers et des risques.

L'analyse des risques fait partie intégrante de ce document et répertorie, sous forme de tableaux, l'ensemble des dangers, risques, situations dangereuses présents sur la station et identifie les moyens de prévention et de protection en place. Bien que cette analyse soit d'abord faite dans le cadre de la protection des travailleurs (évaluation des risques professionnels), elle est directement liée au risque accidentel au sens large, pouvant le cas échéant avoir des effets sur des tiers, et participe donc de sa bonne maîtrise.

1.1.2 Gestion des substances dangereuses / produits chimiques

Chaque produit chimique et substance dangereuse présent sur site est inventorié dans un tableau qui est mis à jour lors de toute utilisation d'un nouveau produit chimique ou substance dangereuse.

De plus, une Fiche de Données Sécurité (FDS) associée est archivée et tenue à disposition. Des Fiches Produits adaptées de la FDS sont affichées sur les postes concernés pour sensibiliser et informer les opérateurs sur les dangers, les risques et comment réagir en cas d'urgence.

1.1.3 Gestion des équipements

Afin de limiter tout risque de dérive et d'accident, des vérifications périodiques sont réalisées conformément aux dispositions législatives et réglementaires (Électricité/Pression/Levage, etc.). Les résultats de l'inspection sont ensuite retranscrits dans un registre dédié sous la responsabilité du responsable de site et intégrés au plan d'actions lorsque nécessaire.

De plus une vignette est apposée sur chaque équipement vérifié et/ou contrôlé attestant leur conformité. Cela permet aux opérateurs en plus de la vérification visuelle avant chaque utilisation de s'assurer que le matériel utilisé n'est pas défaillant.

1.1.4 Dangers et risques particuliers

L'ensemble des informations concernant les zones ATEX du site est décrit et analysé dans le Document Relatif à la Protection Contre les Explosions : DRPCE.

Outre le zonage cartographique des atmosphères explosibles du site, ce document décrit les installations et procédés utilisant/produisant des substances inflammables, et analyse les mesures techniques et organisationnelles visant à éviter la formation d'atmosphères explosibles.

Sur site, toutes les zones ATEX sont signalées et le personnel exploitant est formé et accrédité pour intervenir en sécurité en zone ATEX. Ces interventions suivent une procédure particulière et les équipements utilisés sont adaptés à l'utilisation en zone ATEX.

Une proposition de zonage ATEX est jointe en annexe de la présente étude de dangers.

1.1.5 Gestion des interventions et entreprises extérieures

Les interventions extérieures constituent un risque potentiel en tant qu'événement initiateur d'incident / accident. Pour limiter ce risque, les intervenants extérieurs au site reçoivent obligatoirement un livret d'accueil de la station d'épuration de Courtine et une sensibilisation aux dangers et risques présents sur la station.

Par ailleurs, dans le cadre de la procédure de gestion des entreprises extérieures, un plan de prévention est établi dans le cas de travaux ou lors d'opérations de chargement et déchargement, afin de permettre une bonne coordination entre l'exploitant et les entreprises extérieures.

Lorsque des opérations sont planifiées, une phase préparatoire est partagée par l'ensemble des intervenants (internes ou externes) afin :

- d'identifier et d'évaluer les dangers et les risques liés à l'opération concernée,
- de définir les moyens humains et matériels nécessaires et suffisants,
- de définir les modes opératoires et les mesures de prévention associées,
- de responsabiliser les différents intervenants.

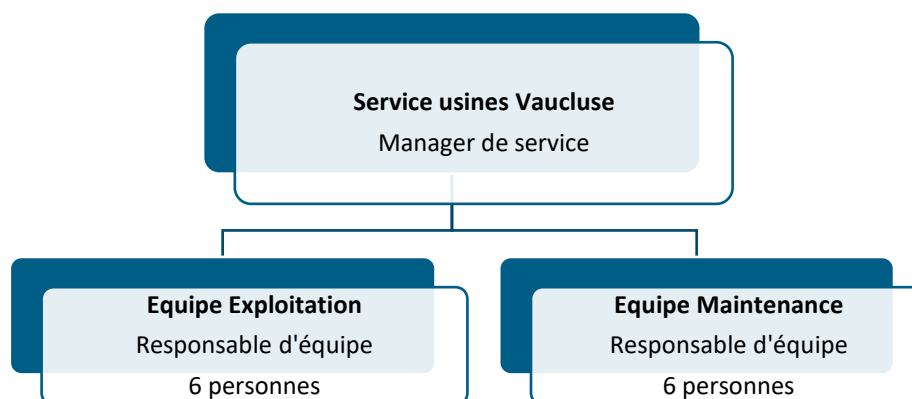
En outre, lors de toute opération prévue dans les zones dangereuses ou à risques particuliers, un permis de travail est systématiquement rempli par l'opérateur et validé par le manager et le référent QHSE. Il est obligatoire par exemple pour toutes opérations en zone ATEX, espaces confinés, travaux par point chaud, etc.

1.2 Moyens humains

L'exploitation de la station d'épuration de Courtine est assurée par un exploitant privé, la Société d'Assainissement du Grand Avignon, dans le cadre d'un contrat de délégation de service public.

L'exploitant mobilise une équipe de 16 personnes sur site, organisée autour d'horaires de travail diurnes avec des astreintes les nuits et week-ends.

L'équipe d'exploitation s'articule autour des postes et compétences suivantes : pilotage, exploitation et maintenance des usines, électricien et automatisme, mécanicien, soudeur, laboratoire, télégestion.



Le personnel (hors personnel d'astreinte) est présent durant les jours ouvrés.

1.3 Moyens techniques

Les principaux moyens techniques de prévention et de protection existants sur la station d'épuration sont les suivants.

1.3.1 Gestion des alarmes

La supervision est un outil performant pour la gestion de l'astreinte et des interventions de dépannage en cas de problème (panne d'équipements, défaut électrique,) :

- Les alarmes techniques sont dirigées automatiquement vers le centre de télésurveillance ;
- Les niveaux d'urgence des alarmes peuvent être couplés : un défaut d'un équipement devient de 1ère urgence si l'équipement de secours est lui aussi en défaut.

Le contrat de délégation de service public liant Veolia Eau au Grand Avignon prévoit que : « Le Délégataire est tenu d'avoir un service de permanence et d'astreinte pouvant être alerté par toute personne 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. Le Délégataire s'engage à intervenir dans un délai maximum de 1 (une) heure en cas d'urgence. » Dans les faits, le délai moyen d'intervention sur site s'établit aux environs de 30 minutes.

1.3.2 Moyens d'alerte

Des détecteurs incendie sont prévus dans chaque local électrique ; un report « détection incendie » est également prévu dans le poste d'injection GrDF.

Le site est équipé d'un système central de détection incendie auquel sont raccordés l'ensemble des détecteurs. Le report de la détection est assuré en supervision avec appel de l'astreinte (report vers le système central de télésurveillance Veolia Eau, actif 24h/24).

Il est prévu plusieurs capteurs de méthane (ciel gazeux vasque digesteur, ciel gazeux bâche à boues digérées nouvelle et ancienne, ciel gazeux silo à boues déshydratées, double peau gazomètre, container traitement du biogaz). Ces capteurs sont raccordés à une ou plusieurs centrales.

La détection de CH₄ conduit, le cas échéant, à :

- la signalisation locale sonore et visuelle
- l'action de mise en sécurité de type ventilation ATEX
- une alarme en supervision avec appel de l'astreinte.

Le processus de méthanisation est également surveillé par un ensemble d'instrumentation (niveau, débit, pression, teneur CH₄, etc...).

Les alarmes du site sont envoyées suivant le cycle suivant :

- 3 appels vers l'électromécanicien toutes les 5 minutes,
- 3 appels vers le cadre toutes les 5 minutes,
- 1 sms vers l'électromécanicien,
- 1 sms vers le cadre.

Le cycle continue en boucle jusqu'à l'acquittement.

A réception de l'alarme, une vérification sur le système de télésurveillance est effectuée. Si l'urgence est avérée, elle donne lieu à un déplacement immédiat du personnel d'astreinte sur le site.

Pour les alarmes relatives à la méthanisation qui sont qualifiées de dangereuses, l'électromécanicien appelle sans délais le cadre d'astreinte. Le cadre d'astreinte et l'électromécanicien se rendent immédiatement sur site. Le cadre est en charge d'appeler les secours puis de les guider dans leurs opérations une fois sur place.

1.3.3 Personne référente

Le responsable Veolia Eau du site de la station d'épuration de Courtine est la personne référente pour l'alerte et l'accueil des services d'incendie et de secours. Cette personne est responsable des équipes en charge de l'exploitation et de la maintenance des installations de méthanisation et de traitement du biogaz. Par ailleurs, la station d'épuration d'Avignon est intégrée dans le système d'astreinte de Veolia Eau et l'ensemble des personnes d'astreinte amenées à intervenir sur les installations sont formées sur la conduite de cette installation et ses dangers.

Le site dispose d'une procédure d'alerte des services d'incendie et de secours qui a été étendue aux nouvelles installations.

1.3.4 Registre d'exploitation

Un registre d'exploitation tenu à jour est à la disposition des services de l'Etat. Il contient :

- le nom du responsable des installations,
- les consignes de sécurité,
- les essais de fonctionnement,
- les vérifications,
- les incidents.

Les différents contrats d'entretien et de vérifications sont annexés au registre d'exploitation.

1.3.5 Prévention des risques liés à la circulation interne

En raison de la circulation de camions sur le site, il existe un risque d'accident (collision) entre deux véhicules ou entre un véhicule et un autre équipement (réservoir, ...).

Les mesures visant à limiter ces risques concernent :

- la formation du personnel ;
- le respect des règles de conduite (vitesse, plan de circulation,...) ;
- le respect des règles de déchargement (emplacements dédiés).

En outre, des barrières physiques (murets) permettent de limiter les risques d'agressions de certains stockages ou réseaux aériens de transport de produits explosibles (biogaz, biométhane).

1.3.6 Prévention des risques de pollution accidentelle des eaux et des sols

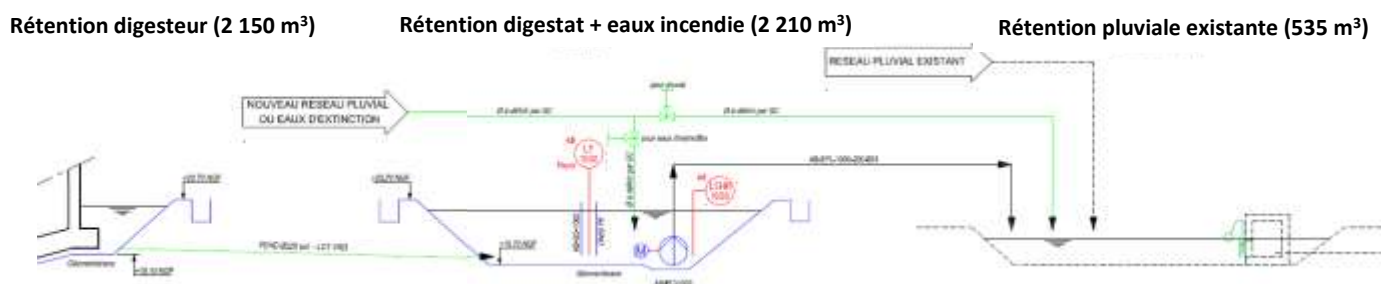
Une pollution des eaux et/ou des sols peut survenir en cas de :

- fuite au niveau d'une zone de stockage,
- épandage sur les voies de circulation,
- d'incendie (eaux d'extinction),

entraînant un épandage accidentel de produit dangereux dans l'environnement.

Pour prévenir les conséquences de ces événements, la zone dédiée à la méthanisation est équipée de plusieurs bassins étanches venant en complément d'une rétention pluviale existante de 535 m³. Il s'agit :

- d'un bassin de 2 150 m³ aménagé sur le pourtour du digesteur et dédié au stockage des fuites pouvant survenir sur cet ouvrage ;
- d'un bassin de 2 210 m³ aménagé à proximité du bassin pluvial susmentionné. Cet ouvrage est destiné au stockage complémentaire du bassin précédent et au confinement des eaux d'extinction d'incendie.
- d'un bassin de 20 m³ associé à la bache intermédiaire de stockage des boues digérées.



Les modalités de gestion des écoulements superficiels sont les suivants :

En cas d'événement pluvieux (en fonctionnement normal) :

- Les eaux pluviales collectées sur l'ensemble des surfaces imperméabilisées du site sont dirigées vers la rétention pluviale existante ;
- Les eaux pluviales s'accumulant dans la retenue de 20 m³ aménagée autour de la bache à boues digérées sont vidées par pompage vers l'ouvrage de rétention de 2 150 m³ aménagé autour du digesteur. Cette vidange n'intervient qu'après vérification de la nature des eaux à pomper (consigne d'exploitation) ;
- Les eaux pluviales s'accumulant dans le bassin de rétention de 2 210 m³ (auquel est gravitairement relié le bassin de rétention de 2 150 m³) rejoignent l'ouvrage de rétention des eaux pluviales existant par pompage. La pompe n'est autorisée à fonctionner qu'après vérification de la nature des eaux à pomper (consigne d'exploitation).

En cas de fuite ou de rupture du digesteur

Le fonctionnement de la pompe permettant de relever les eaux contenues dans la rétention de 2 210 m³ vers la rétention pluviale existante est interdit pour éviter toute pollution du milieu naturel. Les matières en cours de traitement épandues ($\leq 4\,000\text{ m}^3$) sont stockées dans les deux bassins de rétention reliés gravitairement (2 150 m³ + 2 210 m³).

En cas de fuite ou de rupture de la bache intermédiaire de stockage des boues digérées

Les boues digérées sont stockées dans la rétention associée à la bache (20 m³) et le fonctionnement de la pompe permettant de relever le contenu de la rétention vers le bassin de 2 150 m³ aménagé autour du digesteur est interdit.

En cas d'incendie

Le fonctionnement de la pompe permettant de relever le contenu de la rétention de 2 210 m³ vers la rétention pluviale existante est interdit et la conduite permettant l'acheminement gravitaire des eaux pluviales de la zone « Méthanisation » vers la rétention pluviale existante est fermée manuellement par manœuvre d'une vanne. Toutes les eaux collectées par le réseau pluvial sur la zone méthanisation (eaux d'extinction d'incendie et le cas échéant eaux pluviales) sont orientées vers la rétention de 2210 m³ dont la capacité est conforme aux recommandations du document technique D9A :

- 360 m³ d'eaux d'extinction d'incendie résultant d'une utilisation des trois poteaux durant 2 heures ;
- + 15 m³ d'eaux pluviales résultant d'un cumul pluvieux de 10 mm sur les 1 500 m² imperméabilisés de la zone méthanisation.

Par ailleurs, les bâches dédiées au stockage des matières à traiter (bâche à boues épaissies de 220 m³, bâche amont digestion de 50 m³ et bâche à boues externes de 40 m³) et des digestats (ancien carbofil de 200 m³) sont des ouvrages en béton résiné qui vont être équipées de membranes internes en PEHD permettant de garantir leur parfaite étanchéité (double enveloppe).

1.3.7 Prévention des risques liés à la foudre

Une Analyse de Risque Foudre (ARF) et une étude technique (ET) ont été réalisées en 2019 (documents joints en annexe de la présente étude de dangers). Les dispositifs de protection contre la foudre préconisés seront mis en place et vérifiés périodiquement.

1.3.8 Prévention de la malveillance

La malveillance est prévenue par la fermeture des locaux et du site en dehors des heures de travail.

De plus, le site est équipé d'une sécurité anti-intrusion articulée autour des éléments suivants :

- Protection des ouvertures (portes et fenêtres accessibles),
- Vidéo extérieure sur les bâtiments,
- Mur d'enceinte le long du chemin de Courtine,
- Alarme anti-intrusion,
- Télégestion avec transmission d'alarmes vers l'exploitant via GTC.

1.4 Moyens de lutte internes et externes

1.4.1 Moyens d'alerte en cas d'accident

Le personnel présent sur le site dispose de moyens de communication (téléphones portables) lui permettant de communiquer avec le personnel d'encadrement sur le site de la station d'épuration ou au siège de la société et, si nécessaire, d'alerter les secours en cas d'incident.

C'est le responsable du site qui prend la décision de prévenir les interlocuteurs suivants :

- les sapeurs-pompiers ;
- la gendarmerie ou la police ;
- La Ville d'Avignon
- le maître d'ouvrage (Grand Avignon) ;
- la DREAL et l'Inspecteur des Installations Classées du Vaucluse.

La liste des numéros de téléphone utiles est affichée en permanence dans les bureaux de la station d'épuration, et contient notamment les coordonnées ressources suivantes :

- interlocuteurs internes
- interlocuteurs Grand Avignon
- interlocuteurs locaux et administrations
- contrats d'astreinte
- entreprises de location / intervention d'urgence

1.4.2 Moyens de lutte contre l'incendie

Sur avis du Service Départemental d'Incendie et de Secours de Vaucluse, le site est équipé de trois poteaux incendie. Le débit d'alimentation de ces trois poteaux est de 180 m³/h.

Pour chaque poteau normalisé, une attestation garantissant sa conformité aux normes et précisant son débit maximum à 1 bar est disponible.

Par ailleurs, un ensemble d'extincteurs CO₂ et poudre conformes aux normes en vigueur et capables de fonctionner efficacement en toutes conditions seront installés dans le cadre des travaux sur site.

1.4.3 Dispositifs permettant d'isoler et de sécuriser les ouvrages

En cas de survenance d'un phénomène dangereux sur le site, des dispositifs sont prévus pour assurer l'isolement ou la mise en sécurité des ouvrages.

1.4.4 Intervention des sapeurs-pompiers

1.4.4.a Accès et voie de desserte

L'accès principal au site se fait par le chemin de Courtine qui est une voie publique. Les exploitants du site veillent à ce que ce chemin soit toujours circulaire et contactent les autorités en cas de problème, afin de faire dégager les obstacles. Le responsable du site veille également à ce que, en toute heure, les véhicules liés à l'exploitation de l'installation stationnent sans occasionner de gêne pour l'accès des engins de secours aux ouvrages et installations.

Un deuxième accès sera créé en remettant en service l'ancien portail et en accédant au site par la parcelle CNR.

L'accès principal actuel de la station d'épuration (à 200 m de la zone à risques) par le chemin de Courtine permet également d'accéder aux ouvrages de méthanisation en circulant à l'intérieur du site par un cheminement opposé à l'accès chantier (circulation entre les clarificateurs existants). Cette circulation intérieure est protégée des fumées qui seraient dispersées par le vent dominant.

Les portails du site sont équipés d'une clé polycoise selon proposition du SDIS 84.

Des voiries engins, voiries lourdes et chemins piétonniers sont aménagés pour permettre l'accès des services d'incendie et de secours à l'ensemble des installations et équipements.

1.4.4.b Conditions d'intervention des sapeurs-pompiers

Les poteaux incendie seront implantés en dehors des zones délimitées par les effets de surpression.

Il sera réalisé, avant la réception des travaux en cours, un dossier à destination des secours comprenant :

- le plan de localisation des risques et de tous éléments utiles aux risques induits par l'exploitation de l'installation ;
- les plans des locaux et de positionnement des équipements d'alerte et de secours ainsi que le schéma des réseaux entre équipements avec les vannes manuelles et boutons poussoirs à utiliser en cas de dysfonctionnement ;
- les plans des locaux mentionnant pour chaque local les dangers présents.

Une étude ATEX a été menée dans le cadre des études de conception ; les zones ATEX sont signalées sur site.

Accueil de déchets non dangereux externes sur les installations de méthanisation de la station d'épuration de Courtine

Demande d'autorisation environnementale
E - Etude de dangers

Identification et caractérisation des potentiels de dangers

février 2022

1 DANGERS LIES AUX PRODUITS

Les produits stockés et manipulés sur le site peuvent par nature présenter certains dangers liés à leur composition.

Les tableaux proposés en pages suivantes recensent les caractéristiques de ces produits et les risques associés. Les mentions de dangers utilisées dans les tableaux sont celles associées au règlement CLP CE n° 1272/2008 du 16 décembre 2008 (« Classification, Labelling and Packaging » pour « classification, étiquetage et emballage »).

Ces mentions décrivent la nature du danger et le degré de danger que constitue un produit dangereux. Une mention de danger est attribuée à une classe de danger ou à une catégorie de dangers. L'étiquetage est formé de la lettre H (Hazard statement) suivie des trois chiffres, le premier permettant d'identifier le type de danger : "2" pour les dangers physiques, "3" pour les dangers pour la santé, "4" pour les dangers pour l'environnement, les deux chiffres suivants classant les dangers par propriétés intrinsèques de la matière.

Les mentions de risques et leur signification détaillée peuvent utilement être consultées sur : <http://www.inrs.fr/accueil/dms/inrs/PDF/clp-mentions-danger.pdf>

1.1 Réactifs, produits et mentions de danger

Les fiches de données sécurité des produits utilisés sur la station d'épuration de Courtine sont jointes en annexe de la présente étude.

1.2 Boues d'épuration

Les boues produites sur une station d'épuration ont une composition variable :

- au cours du temps : elles sont en effet issues des eaux brutes, qui elles-mêmes n'ont pas une composition constante ;
- selon l'étape du procédé de traitement des boues : leur siccité (ou % de matière solide) varie de quelques % à 30 %.




On peut distinguer de façon générale deux grandes familles de boues avec des dangers spécifiques :


- Boues contenant plus de 10% d'eau : le risque principal est la fermentation due à la présence de bactéries, les risques d'auto-échauffement et d'explosion n'existent pas. La fermentation aérobie produit du dioxyde de carbone ou CO₂ (gaz inerte), tandis que la fermentation anaérobie produit un mélange de méthane (CH₄) et de CO₂ appelé « biogaz », qui est inflammable en raison de la présence de CH₄, malgré le rôle modérateur du CO₂.

Il existe également un potentiel de danger toxique lié à la présence d'hydrogène sulfuré. Le risque associé ne se manifeste néanmoins qu'à proximité immédiate, voire à l'intérieur des ouvrages.

- Boues contenant moins de 10% d'eau : elles peuvent s'auto-échauffer et dégager des produits de combustion incomplète (CO, hydrocarbures, H₂ ...) qui sont inflammables. Elles sont également combustibles en raison de leur pouvoir calorifique inférieur (PCI) relativement élevé. Enfin, les poussières de boues sèches peuvent exploser dans des conditions particulières de granulométrie, de concentration et d'énergie d'inflammation.

Dans la file boues de la station d'épuration de Courtine, toutes les boues entrent dans la première catégorie : seul le risque de fermentation anaérobie avec production de biogaz inflammable, notamment dans les équipements et zones confinés, est à retenir.

Nom	Utilisation	Conditionnement	Caractéristiques physico-chimiques	Symboles / mentions de dangers	Risques
Chlorure ferrique	Réactif utilisé pour limiter la teneur en H ₂ S dans le biogaz produit à 200 ppm	Cuve de 3,5 m ³	Densité : 1,4 N° CAS : 7705-08-0	Nocif en cas d'ingestion, provoque des lésions oculaires graves, provoque une irritation cutanée, peut être corrosif pour les métaux H302, H318, H317, H315, H290 	<ul style="list-style-type: none"> Corrosif Nocif et irritant Incompatible avec l'eau de Javel
Biogaz	Traitement pour production de biométhane	Gazomètre de 400 m ³	Composition moyenne : <ul style="list-style-type: none"> CH₄ : 60 à 65 % CO₂ : 30 à 35 % N₂ : 0,4 % Eau (H₂O) < 3 % O₂ : 0,1 % H₂ : 0,1 % H₂S < 0,1 % LIE : 5 % en volume LSE : 12,5 % en volume T° d'inflammation : 700°C Masse volumique : 1,2 kg/m ³ Densité par rapport à l'air : 0,9	Extrêmement inflammable (méthane) H220 	<ul style="list-style-type: none"> Incendie Explosion Toxicité aiguë par inhalation (liée à présence d'H₂S)
Biométhane	Poste d'injection dans le réseau GrDF	Poste d'injection de biométhane	Composé à environ 95 % de méthane. LIE : 5 % en volume LSE : 15 % en volume T° d'inflammation : 535 à 650°C Masse volumique : 0,7 kg/m ³ Densité par rapport à l'air : 0,54 Vitesse propagation flamme : 0,39 m/s PCI : 10,7 à 12,8 kWh/m ³ N° CAS : 57-13-6 (méthane)	Extrêmement inflammable (méthane) H220 	<ul style="list-style-type: none"> Incendie Explosion

Nom	Utilisation	Conditionnement	Caractéristiques physico-chimiques	Symboles / mentions de dangers	Risques
Hydrogène sulfuré	Présence dans le biogaz produit	-	LIE : 4,3 % en volume LSE : 46 % en volume T° d'inflammation : 260°C Densité par rapport à l'air : 0,1 VME : 7 mg/m ³ VLE : 14 mg/m ³	Extrêmement inflammable / mortel par inhalation / très toxique pour les organismes aquatiques H220 / H330 / H400 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incendie ▪ Explosion ▪ Toxicité aigüe par inhalation

1.3 Incompatibilité entre substances

Le chlorure ferrique est le seul réactif utilisé au niveau des installations de méthanisation. Les risques d'incompatibilités entre substances sont donc écartés.

2 DANGERS LIES AUX EQUIPEMENTS ET PROCEDES

Les événements accidentels pouvant se déclencher sur le site en cas de fonctionnement anormal des installations peuvent être rangés selon trois grandes catégories :

- pollution accidentelle, avec écoulement liquide et émission atmosphérique accidentelle (toxicité potentielle, mélange incompatible),
- incendie,
- explosion.

2.1 Pollution accidentelle

Deux types de pollution peuvent apparaître :

- une pollution liquide : dispersion des produits chimiques liquides stockés. Ce risque concerne la nappe phréatique. Sur la station d'épuration de Courtine, il est prévenu par la mise en œuvre systématique de contenants à doubles enveloppes formant rétentions intégrales avec systèmes de détection de fuite, ainsi que par l'aménagement des zones de dépotage de réactifs (zone désodorisation).
Il est également prévenu par la mise en place de rétentions en relation avec le digesteur et la bache de stockage intermédiaire des boues digérées.
- une pollution atmosphérique due à la dispersion d'un gaz généré par la décomposition d'un produit chimique, une réaction chimique accidentelle (mélange de produits incompatibles), ou une émission accidentelle. Des gaz toxiques peuvent aussi être générés par les procédés de traitement des eaux et des boues, en cas notamment de processus de fermentation (méthane, H₂S, ...). Ce risque est fortement limité par l'existence de coffrets de dépotage identifiés avec raccords spécifiques et contrôle par l'exploitant, prévenant ainsi le risque d'erreur de dépotage et de mélange incompatible.

Ces deux types de pollution peuvent également être générés suite à un sinistre incendie (eaux d'extinction d'incendie et fumées).

2.2 Incendie

Ce phénomène peut être notamment initié par:

- la production d'étincelles au sein d'équipements électromécaniques,
- une surchauffe d'un équipement,
- l'apport d'un point chaud : cigarettes, malveillance, ...

L'apport d'énergie initiale va entraîner l'oxydation (ou combustion) d'une petite quantité de matériau, ce qui va entraîner la libération d'énergie qui, à son tour, va entraîner l'oxydation du matériau situé à proximité de la combustion initiale et de proche en proche va généraliser la combustion à toute la masse de matériau.

Dans l'évaluation du risque incendie, il faut tenir compte principalement :

- de la nature du ou des produits à caractère inflammable,
- du stock de produits inflammables,
- des risques d'occurrence des sources d'inflammation.

Dans le cas présent, les principaux postes pouvant a priori présenter des potentiels de dangers type incendie dans le cadre sont constitués par les canalisations assurant le transport du biogaz et du biométhane : jet enflammé (ou feu torche) lorsqu'elles sont aériennes.

2.3 Explosion

Tous les gaz combustibles sont explosifs dès lors que leur mélange dans l'air atteint une certaine concentration, comprise entre la limite inférieure d'explosivité (LIE) et la limite supérieure d'explosivité (LSE). En dessous de la LIE et au-dessus de la LSE, il n'y a pas de risque d'explosion.

2.3.1 VCE et UVCE

Les explosions accidentelles de gaz, ou VCE (Vapour Cloud Explosion), constituent un des événements les plus redoutés.

Ce type d'accident comprend généralement la succession des étapes suivantes :

- rejet dans l'atmosphère d'un produit combustible, le produit étant en phase gazeuse ou en phase liquide ; les combustibles liquides rejetés peuvent rester en suspension (formation d'aérosols) ou se disperser au sol pour former une flaque qui en s'évaporant conduit à son tour à un rejet diffus de gaz,
- mélange avec l'oxygène de l'air pour former un volume inflammable,
- de manière concomitante, dispersion et advection du nuage de gaz dont une partie du volume reste inflammable,
- inflammation de ce volume,
- propagation d'un front de flamme au travers de la ou des parties inflammables du nuage, cette propagation s'accompagnant d'une expansion des gaz brûlés qui passent par des températures de plusieurs centaines de °C jusqu'à 2000°C environ.

L'inflammation d'un nuage à l'air libre peut être due à une source d'inflammation elle-même à l'air libre (il s'agit dans ce cas d'une UVCE – Unconfined VCE – explosion non confinée) ou bien à une explosion interne (dans un bâtiment par exemple) quand le nuage est confiné (on parle alors d'explosion confinée).

Les conséquences associées à la propagation des ondes peuvent conduire :

- pour l'homme, à des effets directs (rupture des tympans ou le blast pulmonaire pour les surpressions les plus élevées), et surtout et plus fréquemment à des effets indirects (projection de débris),
- pour des structures à une destruction totale ou partielle engendrant éventuellement la projection de débris,
- pour le sol à la propagation d'une onde de pression souterraine, elle-même susceptible d'engendrer des dommages.

Dans le cas de la station d'épuration de Courtine, le potentiel de dangers est présent au sein de tous les locaux/équipements mettant en œuvre du biogaz (ou du gaz naturel), et une explosion de ce type peut avoir pour origine :

- une fuite de gaz en milieu confiné : containers de traitement du biogaz (membranes) et d'injection de biométhane, avec formation d'une atmosphère explosive ; ou une ignition accidentelle en phase transitoire : par exemple explosion du ciel gazeux d'un digesteur ou d'une ATEX suite à une fuite dans le gazomètre
- une fuite de gaz en milieu non confiné : canalisations de biogaz sur le site (parties aériennes), rejet de biogaz/biométhane sous moyenne pression (plateforme traitement/injection).

Pour leur part, les produits chimiques stockés ne présentent pas de risques d'explosion.

2.3.2 Explosion de poussières

Sur les stations d'épuration, ce risque explosif spécifique est fréquemment lié aux boues d'épuration séchées (matières organiques à 90% de siccité). Il concerne alors autant les stockages que les phases de séchage et de transport des boues séchées. En effet, de manière générale, un mélange air – boue séchée peut potentiellement être explosif, en fonction des conditions de températures et de pression, de la granulométrie des boues et de la présence d'oxygène.

Sur la station d'épuration de Courtine toutefois, les boues ne sont pas séchées et ce potentiel de dangers n'est donc pas présent.

2.4 Dangers liés aux conditions opératoires et aux opérations d'approvisionnement

Les conditions opératoires peuvent initier ou participer à l'initiation d'un phénomène dangereux, par exemple à travers l'usage de l'électricité, ou encore l'approvisionnement de produits chimiques, toxiques et/ou corrosifs.

Les opérations effectuées, susceptibles de créer des risques d'épandage de produits liquides, sont représentées par :

- le dépotage de produits liquides en vrac,
- le transfert des produits vers leurs lieux d'utilisation,
- le stockage proprement dit des produits (en cas de défectuosité d'une cuve par exemple).

2.4.1 Le dépotage

La livraison de certains produits à caractère dangereux pour l'environnement s'effectue majoritairement en vrac, au moyen de camions citernes. Dans le cas présent, il s'agit du chlorure ferrique.

Les causes de pertes de produits peuvent être liées à une rupture de liaison entre le véhicule et la citerne pour les raisons suivantes :

- une détérioration du matériel,
- le mouvement du véhicule :
 - un choc ou une contrainte inhabituelle sur les équipements,
 - une pression ou surpression interne,
 - un acte de malveillance,
- une usure de certains organes :
 - corrosion,
 - contraintes thermiques ou mécaniques,
 - mauvaise conception de certains équipements,
- une erreur humaine lors des opérations ou due à un défaut d'entretien.

Ces ruptures peuvent survenir sur :

- un piquage du camion-citerne ou du réservoir de stockage,
- les flexibles ou tuyaux divers,
- les joints d'étanchéité,
- les organes mobiles (pompes).

Une fuite peut engendrer une dispersion de produits allant de quelques litres à plusieurs mètres cube.

En cas de fuite accidentelle, lors d'une opération de dépotage, le scénario majorant est celui d'une rupture du tuyau de raccordement entre le véhicule et le raccord du réseau fixe d'alimentation d'une citerne.

Sur les installations de méthanisation de la station d'épuration de Courtine, les potentiels de dangers et les risques associés sont néanmoins très limités, en raison de la présence d'un seul réactif : le chlorure ferrique, et des faibles quantités stockées. En outre, tant la zone de dépotage que le stockage sont éloignées de la zone digestion qui abrite le potentiel de dangers biogaz, et ne sont donc pas susceptibles de constituer des événements initiateurs d'accidents majeurs.

2.4.2 Le transfert de produits liquides

Le risque de fuite accidentelle est présent aux différentes étapes d'utilisation des produits. Ces écoulements peuvent avoir plusieurs origines :

- non étanchéité des contenants,
- chute d'un ou plusieurs récipients,
- déchirure d'un récipient suite à une mauvaise manœuvre.

Dans le cas présent, les potentiels de dangers et les risques associés au transfert de produits liquides sont très limités.

2.4.3 Le transfert de produits gazeux explosifs

Concernant le transport de biogaz sur le site, une fuite ou une rupture est un phénomène à redouter sur les parties aériennes notamment (fuite sur bride, corrosion,... jusqu'à une rupture de type guillotine).

Un tel événement peut déboucher :

- sur la formation d'un nuage potentiellement explosif, menant à un UVCE si ignition retardée,
- sur un feu torche (jet enflammé) si une source d'ignition est présente à proximité immédiate (ignition instantanée).

Sur site, l'ensemble du réseau biogaz est enterré à l'exception des conduites au droit des ouvrages et locaux (descentes de digesteurs, pots de purge sous le niveau du sol).

Sur la plateforme de traitement et d'injection de biométhane, la partie moyenne pression est, pour l'essentiel du linéaire prévue, enterrée, électro-soudée et sans bride. Dans ces conditions, pour les fuites de biogaz (et biométhane) sur les canalisations, seules les portions aériennes sont considérées par la suite, avec des événements de type fuite. En effet, les tronçons enterrés sont considérés comme suffisamment protégés, de surcroît au sein d'un site non ouvert au public, clos et surveillé, pour ne pas être le siège de ce type d'événement.

En outre, rappelons que les pressions mises en œuvre pour le biogaz hors partie traitement / injection sont particulièrement peu élevées, puisque de l'ordre de 25 mbar.

2.5 Dangers liés aux phases de maintenance et de travaux

2.5.1 Maintenance

La maintenance est réalisée pour l'entretien préventif, la remise en état des installations en cas de panne et la vérification des matériels sensibles et leur remplacement si nécessaire. À ce titre, les vérifications menées sont effectuées par du personnel qualifié et portent entre autres sur les points suivants :

- Contrôle visuel de l'intégrité des équipements,
- Contrôle des différents raccords, pompes, vannes et des tuyauteries,
- Contrôle du matériel électrique,
- Contrôle des engins de manutention,

- Test des sécurités instrumentales des différents équipements (vannes de sécurité, sondes de température et de pression, soupapes, événements),
- Test des asservissements liés aux détections,

Toutes les anomalies constatées font systématiquement l'objet de mesures correctives, qui sont suivies et adaptées si nécessaire.

Lors de ces opérations de maintenance, des procédures d'intervention sont suivies afin de limiter les risques (erreur de manipulation, mauvais emplacement d'équipement, non-respect du permis feu...).

Pour certaines opérations, une partie des installations peut être éventuellement arrêtée puis redémarrée.

Les phases de maintenance ayant entraîné un arrêt des installations sont suivies de consignes spécifiques d'exploitation établies pour les phases de démarrage ou de redémarrage.

Des opérations menées par du personnel extérieur à l'établissement peuvent également avoir lieu. L'intervention par des sous-traitants peut présenter, de fait, des dangers pour les installations. La prévention repose sur l'établissement de permis d'intervention et autres permis spécifiques, et sur des contrôles effectués avant, pendant et après les interventions.

2.5.2 Travaux

La réalisation de travaux constitue une phase inhabituelle qui peut libérer des potentiels de dangers par inadvertance, par mauvaise gestion de la coactivité ou par accident.

Les petits travaux de modifications suivent globalement les règles appliquées aux importantes opérations de maintenance.

3 POTENTIELS DE DANGERS LIÉS À L'ENVIRONNEMENT DES INSTALLATIONS

3.1 Dangers liés aux éléments naturels

3.1.1 Conditions météorologiques extrêmes

Des conditions météorologiques extrêmes pourraient présenter un risque :

- En cas de froid extrême, les canalisations pourraient se boucher (gel des boues). Néanmoins, compte tenu de la localisation géographique du site (hivers assez doux) et de la température du biogaz et des boues (35 à 37°C), le risque paraît limité ;
- En cas de chaleur extrême, une fermentation des boues plus importantes pourrait se produire. Néanmoins, compte tenu de la teneur en humidité importante des boues et de l'inertie thermique des ouvrages contenant des boues (réalisés en béton), le risque paraît limité.

Les conditions météorologiques extrêmes ne sont pas retenues comme événement initiateur.

3.1.2 Foudre

D'après les statistiques de foudroiement en France de METEORAGE (résultats à partir des données du réseau de détection des impacts foudre pour la période 2009-2018), la densité de foudroiement pour la Ville d'Avignon est de 2,91 impacts/km²/an.

On enregistre par ailleurs 19 jours d'orage par an en moyenne.

Pour rappel, une analyse du risque foudre et une étude technique ont été réalisées en 2019 (documents joints en annexe). Les dispositifs de protection contre la foudre préconisés seront mis en place et vérifiés périodiquement.

3.1.3 Risques naturels

3.1.3.a Inondations

Le territoire de la commune d'Avignon est couvert par :

- Le Plan de Prévention des Risques d'inondation du Rhône approuvé le 20 janvier 2000 et mis en révision le 7 mai 2002 ;
- Le Plan de Prévention des Risques d'inondation de la Durance prescrit le 7 décembre 2001. Dans l'attente de la finalisation définitive de ce PPRi, la gestion de l'urbanisme s'appuie sur un porter à connaissance (PAC) qui a été notifié à la commune d'Avignon le 16 novembre 2017.

Ces deux plans situent la station d'épuration de Courtine en dehors des zones inondables par la crue centennale. Le site est en revanche inondable en cas de crue extrême du Rhône (crue millénaire).

3.1.3.b Mouvements de terrain / Retrait-gonflement des argiles

Aucun mouvement de terrain n'est répertorié sur le site de la station d'épuration ou dans son environnement proche.

On note par ailleurs que le territoire de la commune d'Avignon est associé à un aléa moyen de retrait-gonflement des argiles.

3.1.3.c Séismes

Selon l'article D563-8-1 du code de l'environnement relatif à la délimitation des zones de sismicité du territoire français, la commune d'Avignon est située en zone de sismicité modérée (3).

3.2 Dangers liés aux activités extérieures à l'établissement

3.2.1 Installations voisines

La station d'épuration de Courtine est située dans une zone dédiée aux activités économiques qui comprend diverses installations industrielles. Ainsi, deux établissements soumis à autorisation au titre de la nomenclature des ICPE sont recensés à moins de 1 km :

Commune	Raison sociale	Activités	Distance à la station d'épuration de Courtine
Avignon	DELIFRANCE	Fabrication de produits alimentaires surgelés	980 m
Avignon	CARREFOUR	Stockage de produits pétroliers (station-service)	940 m

Compte tenu de leur éloignement, ces sites industriels ne sont pas susceptibles de présenter un danger pour les installations de méthanisation de la station d'épuration de Courtine.



Figure 3 : ICPE soumises à autorisation dans l'environnement de la station d'épuration de Courtine

En limite nord de la zone industrielle de Courtine, dont la station d'épuration est séparée par la voie ferrée et le canal de Champfleury, on note la présence des établissements suivants :

- MoryGlobal (transports routiers) ;
- Au Forum du Bâtiment (quincaillerie de bâtiment) ;
- Déménagements Jauffret ;
- Rozenbal SAS (fabrication de brosses et accessoires de ménage) ;
- VEOLIA Propreté (gestion des déchets).

Les activités exercées au sein de ces établissements ne sont pas de nature à engendrer des risques pour les installations présentes sur le site de la station d'épuration.

Notons enfin que la station d'épuration et son environnement proche ne sont concernés par aucun Plan de Prévention des Risques Technologiques.

3.2.2 Infrastructures de transport

3.2.2.a Infrastructures routières

Les infrastructures routières présentes dans l'environnement de la station d'épuration de Courtine se composent :

- du chemin de Courtine ;
- de la rocade Charles de Gaulle, route à 2 x 2 voies avec terre-plein central.

Le chemin de Courtine est utilisé pour la desserte de la station d'épuration et des aires d'accueil des gens du voyage sédentarisés et non sédentarisés. Le trafic routier qu'il supporte est donc modéré. **Aucun accident de type routier intervenant sur cet itinéraire n'est retenu comme événement initiateur.**

La rocade Charles de Gaulle est séparée du site de la station d'épuration par un talus et par le contre-canal CNR. Eu égard à ce contexte, **aucun accident de type routier survenant sur cette infrastructure n'est retenu comme événement initiateur.**

3.2.2.b Infrastructures ferroviaires

Une voie ferrée dédiée au transport de marchandises longe la bordure sud-ouest du site sur environ 200 m.

Le transport ferroviaire peut impacter une installation fixe de deux manières :

- Impact mécanique du train suite à une sortie de voie (déraillement, collision...). Seules les installations en bordure immédiate (quelques dizaines de mètres) des voies ferrées peuvent être impactées. Le digesteur et le gazomètre sont suffisamment proches de la voie de chemin de fer pour retenir ce risque.
- Effet domino suite à un accident impliquant un ou des wagons de marchandises dangereuses.

La fréquence d'accident de transport de matières dangereuses (TMD) par rail est très faible. Pour le périmètre français, sur la période allant de 1990 à 2014, Fret SNCF a enregistré 11 accidents graves ayant impliqué des wagons transportant des marchandises dangereuses ; 7 ont entraîné une perte de confinement dont 5 à la suite de déraillement en ligne, 1 lors d'une manœuvre en gare et 1 en triage (source : Le triage des wagons de marchandises dangereuses : état des lieux des infrastructures et des modes d'exploitation – rapport n°009544-01 du 30 septembre 2014). Sur les 25 années d'observation, cela représente environ 0,44 accidents par an.

D'après les données de SNCF Réseau, le transport de marchandises (fret) représente chaque année environ 80 millions de train-km (unité de mesure internationale représentant la distance totale parcourue par les trains sur le réseau). Ainsi, on peut estimer la fréquence d'occurrence d'un accident majeur par km parcouru :

$$F = 0,44 / 80\,000\,000 = 5,5 \cdot 10^{-9} \text{ accidents/km parcouru/an}$$

D'après la fréquence d'occurrence précédente, il est possible d'évaluer la fréquence d'un accident majeur associé au trafic de trains sur le tronçon de la voie ferrée qui longe la parcelle d'implantation du projet.

En considérant la longueur du tronçon de voie ferrée qui longe le site de la station d'épuration (0,2 km), la probabilité de survenance d'un accident impliquant des matières dangereuses sur la voie ferrée longeant le site de la station d'épuration est égal à :

$$F' = 5,5 \cdot 10^{-9} \times 0,2 = 1,1 \cdot 10^{-9} \text{ accident par an}$$

Cette probabilité correspond à un événement de type E (événement possible mais extrêmement improbable). Dans ce contexte, **un accident de type ferroviaire ne sera pas retenu comme événement initiateur.**

3.2.2.c Infrastructures aériennes

L'aéroport le plus proche de la station d'épuration est l'aéroport Avignon-Provence, situé à environ 9 km au sud-est.

D'après la circulaire du 10 mai 2010, le risque de chute d'avion en dehors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome, c'est-à-dire à plus de 2 km de tout point des pistes de décollage et d'atterrissage, peut être écarté.

Ainsi, un accident de type aérien ne sera pas retenu comme événement initiateur.

3.3 Rupture de barrages

La commune d'Avignon est située en aval de trois barrages de classe A (soumis à un Plan Particulier d'Intervention) : Avignon (usine), Villeneuve et Sauveterre.

On note également la présence d'un barrage de classe B.

Le dossier d'information communale sur les risques majeurs naturels et technologiques (DICRIM) du Grand Avignon précise également qu'en cas de rupture du barrage de Serre-Ponçon, le front d'onde mettrait au minimum 8 heures pour atteindre la ville.

Conformément à l'annexe 2 de l'arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées, **l'évènement initiateur « rupture de barrage de classe A » ne sera pas pris en compte dans la suite de l'étude de dangers.**

3.4 Malveillance

Le risque de malveillance se manifeste par le vol, la détérioration et l'incendie volontaire. Il est à noter que l'acte de malveillance peut être le fait d'une personne venant de l'extérieur ou d'un employé de l'entreprise.

Le site de la station d'épuration est entièrement clôturé (hauteur : 2 m) et son accès est maintenu fermé par un portail en dehors des heures de présence du personnel.

Malgré toutes ces précautions, le risque de malveillance ne peut pas être écarté.

Cependant, en référence à l'annexe 2 de l'arrêté ministériel du 26 mai 2014, relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre 1er du livre V du code de l'environnement, **les actes de malveillance ne seront pas pris en compte dans la présente étude de dangers.**

3.5 Synthèse

Au regard des caractéristiques physico-chimiques des produits utilisés sur l'installation, des incompatibilités, des réactions chimiques dangereuses, des équipements et des conditions d'exploitation particulières, les potentiels de dangers identifiés sur la station d'épuration de Courtine sont les suivants :

Fonction ou opération	Equipement	Potentiels de dangers	Phénomènes dangereux associés
Equipement contenant du biogaz à très basse pression	Digesteur	Biogaz	Éclatement / Explosion (fuite ou entrée d'air) (effets toxiques)
	Gazomètre	Biogaz	Fuite et explosion interne ou UVCE (effets toxiques)
	Torchère	Biogaz	Fuite avec UVCE, feu torche (effets toxiques)
Locaux contenant du biogaz ou du biométhane	Container épuration biogaz	Biogaz	Fuite et explosion du local
	Container GrDF (gestion par GrDF)	Biométhane	Fuite et explosion du local
Canalisations de biogaz	Parties aériennes en très basse pression 25 mbar	Biogaz	Fuite avec UVCE (si inflammation différée), feu torche (si inflammation immédiate) et effets toxiques (si pas d'inflammation)
	Parties aériennes en basse pression 250 mbar (prétraitement biogaz)	Biogaz	
	Parties aériennes en moyenne pression 8 bar (traitement biogaz)	Biogaz	
Livraison réactifs	Camion	Réactifs	Fuite au déchargement
Transfert et stockage des réactifs	Cuves	Réactifs	Fuite cuve

Tableau 1 : Synthèse des potentiels de danger

4 REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

L'INERIS propose 4 principes pour l'amélioration de la sécurité :

- Le principe de substitution : substituer les produits dangereux utilisés par des produits aux propriétés identiques mais moins dangereux.
- Le principe d'intensification : intensifier l'exploitation en minimisant les quantités de substances dangereuses mises en œuvre. Il s'agit, par exemple, de réduire le volume des équipements au sein desquels le potentiel de danger est important, par exemple minimiser les volumes de stockage. Dans le cas d'une augmentation des approvisionnements, la question du transfert des risques éventuels doit être posée en parallèle, notamment par une augmentation du transport ou des opérations de transfert de matières dangereuses.
- Le principe d'atténuation : définir des conditions opératoires ou de stockage (température et pression par exemple) moins dangereuses.
- Le principe de limitation des effets : concevoir l'installation de telle façon à réduire les impacts d'une éventuelle perte de confinement ou d'un évènement accidentel, par exemple en minimisant la surface d'évaporation d'un épandage liquide ou en réalisant une conception adaptée aux potentiels de dangers (dimensionnement de la tenue d'un réservoir à la surpression par exemple).

4.1 Principe de substitution

La présence de biogaz, qui est de loin le principal potentiel de dangers identifié au sein des installations étudiées, est consubstantielle à la méthanisation. Il n'y a donc pas de substitution possible.

4.2 Principe d'intensification

Les volumes des installations contenant du biogaz ont été réduits au maximum afin de réduire le potentiel de dangers. Ainsi :

- Le volume du gazomètre a été optimisé,
- Les conteneurs de purification et le poste d'injection comprennent les seuls équipements utiles au process. Leurs volumes sont donc réduits au maximum.

4.3 Principes d'atténuation et de limitation des effets

La conception des équipements et les conditions opératoires ont été choisies de façon à minimiser les dangers et/ou limiter les effets des phénomènes dangereux qui pourraient se produire :

- présence de soupapes de pression / dépression sur le digesteur ;
- faible tenue à la pression du gazomètre et des containers d'épuration et d'odorisation/injection permettant de limiter la montée en pression et donc l'énergie accumulée au moment de la rupture et les conséquences d'une explosion ;
- présence de recoupements pour la séparation des dangers et limitation des volumes des locaux ;
- ventilation des zones confinées où du biogaz pourrait s'accumuler ;
- utilisation de matériels ATEX dans les zones où un risque de formation d'une atmosphère explosible existe ;
- mise en place d'explosimètres permettant de détecter la présence de gaz avant que la concentration explosible soit atteinte (au niveau de la bache à boue digérée, dans le local chaufferie...);
- présence de détecteurs incendie dans les locaux à risque et de 3 poteaux incendie sur le site ;
- présence d'un arrête-flamme et de détecteurs d'absence de flamme sur la torchère ;
- formation du personnel et mise en œuvre et respect de procédures et consignes sécurité, notamment pour les opérations de maintenance et travaux (permis de travail, permis de feu, plan de prévention).

Accueil de déchets non dangereux externes sur les installations de méthanisation de la station d'épuration de Courtine

Demande d'autorisation environnementale
E - Etude de dangers

Accidentologie

février 2022

1 ACCIDENTOLOGIE INTERNE

Les installations projetées ne sont pas en service à la date de rédaction de la présente étude. Aucun retour sur l'accidentologie interne n'existe.

2 ACCIDENTOLOGIE SUR DES INSTALLATIONS SIMILAIRES

L'étude des accidents survenus sur des installations similaires a pour objectif de préparer et d'éclairer l'analyse des risques. Elle permet d'identifier le type d'accidents potentiels au sein d'une installation et d'approcher, lorsque les données sont suffisantes, un ordre de grandeur de probabilité d'occurrence, ainsi que la gravité de chaque type d'accident.

Une démarche possible, habituelle dans la recherche de données sur les accidents, concerne la consultation de la base de données du BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles – Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables). Le BARPI a pour mission d'établir la base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) exploitée par le Ministère en charge de l'Environnement. Cette base recense essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé publique ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement. Ce recensement dépend largement des sources d'informations publiques et privées, et n'est pas exhaustif. Il ne constitue en aucun cas une base statistique définitive, mais offre néanmoins un éclairage certain sur le niveau de risques de l'activité.

En outre, un rapport d'étude de l'INERIS relatif au retour d'expérience existant sur les activités de méthanisation a également été consulté.

2.1 La production et la mise en œuvre de biogaz

L'exploitation de la base ARIA du BARPI a conduit à l'extraction de 18 événements, avec comme clé de recherche les mots « biogaz » ou « compression » et l'activité concernée par le projet épuratoire (activité E37.00).

L'examen de ces accidents démontre que les phénomènes rencontrés sur ce genre de structures sont quasi-systématiquement des fuites de biogaz (30 occurrences) dont plusieurs délutages (montée en pression digesteurs / gazomètres et ouvertures soupapes), ayant conduit à des émissions intempestives de quelques dizaines à plusieurs milliers de m³ de biogaz. Ces événements sont majoritairement dus à des défaillances matérielles : nombreuses fuites sur brides anciennes y compris sur canalisations enterrées (remplacées après les incidents par des canalisations électro-soudées sans brides) et plusieurs cas de gel de soupapes. Aucune conséquence sur le personnel, les personnes extérieures ou l'environnement n'a été recensée.

Les phénomènes explosifs se signalent par une seule occurrence, lors du déboitement d'un manchon de raccordement sur une canalisation de biogaz au niveau du refoulement de compresseurs (N°34251 - 08/02/2008 - FRANCE - 94 - VALENTON).

Deux pertes de boues sont également signalées (dysfonctionnement / rupture vanne de pied de digesteur).

Au-delà du cadre des seules activités principales de traitement des eaux, l'accidentologie élargie à des installations de traitement d'eaux industrielles (activité secondaire) incluant une production de biogaz, montre que les phénomènes explosifs, sans être majoritaires, ne sont pas exceptionnels (N° 36683 - 27/02/2007 - FRANCE - 33 - BIGANOS C17.12 - Fabrication de papier et de carton ; ou encore N° 9065 - 07/01/1999 - FRANCE - 73 - LA ROCHETTE 21.1C- Fabrication de papier et de carton).

Concernant la mise en œuvre de biogaz, il convient aussi de signaler le rapport d'étude de l'INERIS (avril 2006) : « Étude comparative des dangers et des risques liés au biogaz et au gaz naturel », qui indique

globalement que l'utilisation du biogaz est très comparable à celle du gaz naturel et ne s'accompagne pas de risques ou dangers spécifiques ou très différents de ceux liés à l'utilisation du GN.

2.2 Le stockage en gazomètre

L'exploitation de la base ARIA du BARPI a conduit à l'extraction de 13 événements pouvant avoir un lien avec le projet envisagé sur la station d'épuration de Courtine, avec comme clés de recherche le mot « gazomètre ».

Les phénomènes se limitent à l'émission de gaz.

L'accidentologie montre que les événements initiateurs principaux sont des défaillances d'équipements mécaniques (garde hydraulique des gazomètres) et de sécurité, ou à des erreurs humaines.

2.3 Retour d'expérience INERIS sur les activités de méthanisation

L'INERIS a publié un rapport d'étude « Retour d'expérience relatif aux procédés de méthanisation et à leurs exploitations » en février 2012 (rapport INERIS-DRA-12-117442-01013A). Concernant l'exploitation des données du BARPI, la conclusion de ce rapport, pour la partie relative aux installations de méthanisation, est reproduite infra.

L'analyse des incidents indique que peu d'accidents relatifs au stockage du biogaz sont survenus au cours de la dernière décennie en France. La majorité des accidents ont comme origine une fuite du réservoir de stockage ou du réseau de distribution.

De la synthèse des accidents survenus sur dans les installations de méthanisation, il est possible de mettre en lumière les principales dérives suivantes relatives aux installations de méthanisation :

- Emission accidentelle d'H₂S notamment dans les fosses de mélanges des déchets : L'information et la formation des employés aux dangers de l'H₂S ne sont pas à négliger : procédures d'intervention en atmosphère toxique, travail en milieu confiné, contrôle de l'atmosphère, port d'équipement de protection individuelle.
- Débordement du méthaniseur : Ce type d'incidents se produit assez régulièrement en Allemagne (estimation de 3 à 4 fois par an). Il peut être dû à une accumulation de sables par exemple. Ce risque peut être maîtrisé par :
 - le procédé de production des boues avant leur digestion qui permet un certain contrôle de leur qualité (notamment dessablage des effluents) ;
 - le brassage des digesteurs ;
 - le système d'alimentation des digesteurs (vasque avec trop-plein) qui assure de façon passive un niveau constant.
- Gel des soupapes du méthaniseur : Il est plusieurs fois arrivé que les soupapes d'un méthaniseur gèlent et ne soient donc plus en état de fonctionner. Le non fonctionnement d'une mesure de maîtrise des risques (soupape par exemple) doit être pris en compte dans la méthode d'analyse des risques retenue pour cette étude.
- Surpression interne à l'intérieur du méthaniseur : Des événements ont impliqué la formation d'une surpression interne responsable du déversement à l'extérieur du contenu du méthaniseur. Dans l'un des cas, des matières plastiques s'étaient accumulées à l'intérieur du méthaniseur jusqu'à former une couche étanche à la surface de la phase liquide. La réaction de fermentation s'est poursuivie sous cette couche. La surpression engendrée par cette accumulation est responsable de l'éclatement du méthaniseur, avec émission de projectiles et épandage des matières présentes. Les soupapes, situées en partie haute, sont inutiles pour prévenir ce type d'incident.

Ce risque peut être maîtrisé par :

- le procédé de production des boues avant leur digestion qui empêche l'accumulation de matières plastiques (notamment dégrillage fin des effluents) ;
- le brassage des digesteurs.
- Envol de la membrane souple d'un méthaniseur industriel : La membrane souple d'un méthaniseur industriel (équipé d'une membrane simple) s'est envolée libérant ainsi le biogaz stocké à l'intérieur. Une violente tempête a provoqué la sortie du boudin de fixation de sa gorge et donc l'envol de la membrane. Cet événement est à considérer pour les gazomètres qui doivent être dimensionnés pour des vents de 150 km/h.

A cette synthèse des éléments issus du BARPI, le rapport INERIS a également pu intégrer un retour d'expérience issu d'industriels français (SIAAP et autre industriel).

L'analyse de l'accidentologie interne SIAAP et externe montre que les événements initiateurs ou redoutés pris en compte lors des analyses de risques (dans le cadre des EDD ou de l'évaluation des risques procédés) sont dans la majeure partie des cas plausibles car avérés comme le démontrent les cas d'incident suivants :

- Corrosion/déboîtement de tuyauterie : 5 incidents répertoriés.
- Rupture lors de terrassement : 2 incidents répertoriés.
- Fuite dans local/zone confinée, en particulier lors des opérations de purge : nombreuses anomalies et 4 incidents.
- Impact de la foudre : 2 incidents répertoriés.
- Défaut stockages (gazomètre/sphère) entrée d'air et fuite : 3 incidents répertoriés.

Pour l'autre industriel français (station d'épuration), 12 événements ont été recensés au total en 2011 :

- Fuite de biogaz sur bride d'une vanne manuelle située en amont de la torchère,
- Fuite de biogaz par les gardes hydrauliques des filtres à l'aspiration des compresseurs,
- Fuite de biogaz aux soupapes des digesteurs suite à une perte d'utilités (air / instrumentation),
- Chute de pression des dômes des digesteurs,
- Pannes répétées sur automate de sécurité,
- Fuite de biogaz au niveau du raccord de la tête de manomètre,
- Fuite de biogaz sur torchère à l'arrêt,
- Fuite de biogaz sur déclenchement accidentel de l'arrêt d'urgence de l'automate de sécurité,
- Fuite de biogaz à l'atmosphère au niveau d'une canne de brassage de digesteur,
- Fuite de biogaz à l'atmosphère au niveau d'un raccord fileté,
- Détérioration du réfractaire de la torchère,
- Problème de pression air pilote des vannes de sécurité du réseau biogaz.

2.4 Flash ARIA de mars 2021 concernant les rejets de matières dangereuses ou polluantes liés aux activités de méthanisation

Dans cette publication, le BARPI précise que les émissions de matières dangereuses en lien avec les activités de méthanisation se produisent tant au niveau du process, que de la réception des intrants ou de la valorisation du biogaz.

Le rejet de matières dangereuses ou polluantes est le phénomène principalement rencontré dans l'accidentologie liée à la méthanisation. Deux types sont observés :

- les émissions gazeuses (canalisées, diffuses et fugitives) existent aux différentes étapes du processus de digestion. Les fuites de biogaz sont dues aux émissions fugitives en provenance de divers équipements (canalisations, pompes...). Elles peuvent être, par ailleurs, à l'origine de risques d'incendie et/ou d'explosion ;

- les rejets de matières liés à la rupture ou à la perte d'étanchéité de l'ouvrage. La non-rétention de ces matières sur site ou la non-rétention du mélange de ces matières avec les eaux pluviales sont également observées et à l'origine de pollution des eaux et du sol.

Il est à noter également que les incendies ou les explosions peuvent conduire à un rejet de matières dangereuses ou polluantes.

Le retour d'expérience des conséquences des rejets de matières dangereuses ou polluantes dans les installations de méthanisation, permet de retenir les enseignements suivants :

- S'assurer de la qualité de la conception de l'installation (conformité, adéquation) :
- Veiller au respect des conditions d'exploitation et à leur pertinence au niveau de :
 - Procédures d'exploitation ;
 - Quantités autorisées sur le site ;
 - Respect de la charge organique ;
 - Capacité de collecte des eaux pluviales ;
- Assurer un suivi rigoureux des installations afin d'éviter notamment :
 - la corrosion sur les parois de la cuve ;
 - des défauts de l'automatisme ;
 - du colmatage ;
 - des problèmes matériels : fuite au niveau d'un raccord, défaillance d'une sonde, vanne mal fermée, usure d'une vis de répartition, ... ;
 - la présence de condensats, d'humidité dans les capteurs ;
 - des fuites de canalisations ;
- Porter une attention particulière aux opérations de maintenance sur :
 - les modalités d'organisation des opérations de maintenance ou des périodicités trop espacées ;
 - l'absence totale de biogaz lors de vidange de la cuve ;
 - la gestion de la sous-traitance ;
- S'assurer de la formation des opérateurs ;
- Prendre en compte les phénomènes météorologiques et leur intensification due au changement climatique ;
- Anticiper les coupures électriques notamment pour le process ou les dysfonctionnements électriques et les coupures du réseau internet pour la transmission des alarmes ;
- S'assurer de la sécurité du site pour limiter la malveillance.

3 CONCLUSION SUR LE RETOUR D'EXPERIENCE

L'analyse de l'accidentologie met en évidence certains équipements potentiellement générateurs de phénomènes dangereux, et éclaire également sur les causes de ces phénomènes. Parmi les ouvrages ou équipements prévus dans le cadre du projet de codigestion / injection de biométhane sur la station d'épuration de Courtine, il s'avère sans surprise que le biogaz généré au sein du digesteur, puis stocké dans le gazomètre, fait de ces ouvrages une source de risque significative.

Il en est de même pour les équipements mettant en œuvre ce gaz inflammable (torchère,...) et les locaux en accueillant (traitement membranaire,...).

Sur le digesteur et le gazomètre, les phénomènes dangereux identifiés sont la fuite de biogaz et l'explosion. On constate que si l'occurrence des phénomènes explosifs est relativement faible, ces phénomènes sont porteurs d'un potentiel de gravité significatif puisqu'on recense plusieurs morts et blessés parmi le personnel exploitant. En comparaison, les fuites de biogaz sont nettement plus fréquentes mais de conséquences moindres puisque sans impact directement mesurable sur l'environnement.

L'analyse permet également d'identifier des causes récurrentes de ces accidents, tant d'un point de vue technique (défaillances, vétusté,...) qu'humain (erreurs humaines). Les phénomènes extérieurs (gel notamment) et la fatigue du matériel apparaissent comme les causes les plus fréquentes pour les phénomènes de fuite.

Accueil de déchets non dangereux externes sur les installations de méthanisation de la station d'épuration de Courtine

Demande d'autorisation environnementale

E - Etude de
dangers

Analyse préliminaire des risques

février 2022

1 METHODOLOGIE

L'analyse préliminaire des risques (APR) constitue une étape permettant de mettre en lumière des éléments ou des situations nécessitant une attention plus particulière. L'APR consiste à :

- identifier de façon la plus exhaustive possible les phénomènes dangereux pouvant conduire à des accidents majeurs induits par différents scénarios pré-identifiés. Chaque phénomène dangereux peut être la résultante de plusieurs événements redoutés centraux, eux-mêmes créés par différentes causes. L'exhaustivité de cette identification est le but recherché mais ne peut être garantie de façon certaine ;
- lister les barrières (techniques et/ou organisationnelles) de prévention et/ou de protection mises en place et agissant sur le scénario d'accident majeur potentiel identifié ;
- pré-coter les phénomènes dangereux identifiés en termes d'intensité. Cette étape a pour objectif de sélectionner les phénomènes dangereux pouvant avoir des distances d'effets (tels qu'énoncés dans l'arrêté du 29 septembre 2005) sur des tiers. Une grille de pré-cotation en intensité est choisie en phase amont de l'analyse de risque. De cette cotation ressortent deux classes de phénomènes dangereux : ceux qui ont des effets estimés internes au site et ceux ayant des distances d'effets estimées potentiellement hors du site et qui demandent vérification.

De ce premier classement se dégagent notamment les modélisations / calculs d'intensités des effets qui sont effectués par la suite.

L'échelle utilisée pour les pré-cotations en gravité est la suivante :

- Cotation « 1 » : les effets sont limités au poste de travail / installation ;
- Cotation « 2 » : les effets sont susceptibles d'impacter d'autres postes de travail / installation ;
- Cotation « 3 » : les effets irréversibles sont susceptibles de sortir des limites du site, nécessitant approfondissement ;
- Cotation « 4 » : les effets létaux sont susceptibles de sortir des limites du site, nécessitant approfondissement.

Les niveaux de gravité proposés à ce stade de l'analyse des risques sont majorants et permettent de discriminer les scénarios les plus critiques en termes d'intensité et de gravité potentielle. L'étude détaillée des risques et notamment la quantification des conséquences des scénarios majeurs permettront à posteriori de préciser les niveaux exacts de gravité.

2 EXCLUSION DE PHENOMENES DANGEREUX

Au titre de la législation des installations classées, tous les phénomènes dangereux physiquement possibles doivent apparaître dans l'étude de dangers, quelle qu'en soit leur probabilité et quelles que soient les mesures de maîtrise des risques mises en œuvre.

Cependant, si l'étude de dangers doit fournir un examen exhaustif des accidents majeurs et des phénomènes dangereux, certains événements initiateurs ou phénomènes dangereux peuvent être écartés des plans d'urgence, de la démarche de maîtrise des risques à la source, ou de la maîtrise de l'urbanisation.

1) Exclusions générales : Certains événements initiateurs peuvent ne pas être pris en compte dans l'étude de dangers. La circulaire du 10 mai 2010 établit une liste d'événements externes susceptibles de conduire à des accidents majeurs pouvant ne pas être pris en compte dans l'étude de dangers en l'absence de règle ou instructions spécifiques.

Ex : Acte de malveillance, chute de météorite, chute d'avion quand les installations sont situées à plus de 2 000 m de l'aéroport, crue d'amplitude supérieure à la crue de référence, séismes d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence...

- 2) Physiquement impossibles du fait de la mise en place de mesures de maîtrise des risques : Ces phénomènes ou événements doivent être étudiés et leur exclusion justifiée dans l'étude de dangers. Bien que ces justifications soient en premiers ressort de la responsabilité de l'exploitant, certaines circulaires proposent néanmoins des exclusions de phénomènes ou événements physiquement impossibles du fait de l'existence ou de la mise en place de mesures de maîtrise des risques.
Ex : Pressurisation lente de bac à toit fixe pris dans un incendie si l'évent de respiration est correctement dimensionné, Agression thermique et mécanique en cas de protection des tuyauteries contre ces agressions,...
- 3) Exclusions conditionnelles : Certains événements initiateurs peuvent faire l'objet d'un traitement spécifique dans les études de dangers : événements cités dans la circulaire du 10 mai 2010. Ces événements font l'objet d'une réglementation déterministe. Ainsi il est considéré – sous respect de cette réglementation idoine – qu'il n'est pas opportun de les conserver pour mener la démarche d'appréciation de maîtrise des risques ainsi que pour la maîtrise de l'urbanisation.
Ex : Défauts métallurgiques des réservoirs sous pression si respect de la réglementation (Décret du 13 décembre 1999 modifié relatif aux équipements sous pression, arrêté du 21 décembre 1999 relatif à la classification et à l'évaluation de la conformité des équipements sous pression et arrêté d'application du 15 mars 2000 modifié relatif à l'exploitation des équipements sous pression), Rupture guillotine de tuyauterie par défaut métallurgique (dont la corrosion, les fissurations, les défauts de conception ou la fatigue) au profit de la fuite 10% du diamètre,...
- 4) Exclusion de la maîtrise de l'urbanisation. Il convient de sélectionner les phénomènes dangereux pertinents pour la maîtrise de l'urbanisation.
Ex : Filtre de probabilité

Dans le tableau de l'APR, certaines de ces exclusions peuvent être reprises pour une partie des phénomènes dangereux identifiés lorsque cela est pertinent.

3 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'APR est proposée à la suite sous forme d'un tableau synthétique reprenant les points suivants :

- Examen d'un équipement ou procédé ou sous-ensemble potentiellement dangereux,
- Pour cet équipement/procédé, prise en compte d'une situation dangereuse
- Pour cette situation, examen de la ou des cause(s) (événement initiateur), et des conséquences possibles avec le(s) phénomène(s) dangereux associé(s)
- Pour les phénomènes dangereux (PhD) identifiés, estimation préliminaire de l'intensité et cotation associée en fonction de l'échelle de cotation proposée,
- Mention des barrières (techniques et/ou organisationnelles) de prévention et/ou de protection mises en place ou prévues et agissant sur le scénario d'accident majeur potentiel identifié,
- Si l'analyse montre l'apparition de nouveaux phénomènes dangereux induits par le fonctionnement de certaines barrières de sécurité, une nouvelle ligne est créée dans le tableau en prenant en compte l'éventuelle défaillance de cette barrière.

L'analyse est réalisée pour chaque sous-système du périmètre ICPE, présentant un potentiel de danger :

- Homogénéisation des matières en amont du digesteur ;
- Digestion des matières – Digesteur ;
- Stockage du digestat – Bâche boues digérées ;
- Stockage du biogaz – Gazomètre ;
- Réseau de biogaz ;
- Unité d'épuration biogaz ;
- Injection du biométhane dans le réseau GRDF ;
- Torchère ;
- Utilités.

3.1 Analyse préliminaire des risques liés à l'homogénéisation et au stockage des boues et des graisses en amont de la digestion

Les boues internes ainsi que les graisses internes et externes sont mélangées dans la bache à boues épaissies de 220 m³, reconvertie en bache de stockage / homogénéisation. Pour bien homogénéiser les boues stockées, la bache dispose d'un agitateur vertical. Elle est équipée de capteurs de niveaux ; son trop-plein est raccordé au poste toutes eaux de la station d'épuration.

Pour protéger le digesteur contre les filasses, le mélange ainsi constitué est dirigé par pompage vers un défilasseur ; Les filasses collectées sont ensachées, en attente d'évacuation.

Les matières débarrassées des filasses sont ensuite dirigées vers la bache de stockage amont digestion (50 m³) où elles sont mélangées aux boues externes (agitation mécanique). Cette bache permet l'alimentation régulière du digesteur. Elle dispose d'un trop-plein raccordé à la bache d'accueil des boues externes (trop-plein mutuel).

Le ciel gazeux de ces deux baches est respectivement raccordé à la désodorisation existante et à la désodorisation dédiée à la méthanisation.

Événement redouté	Événement initiateur	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
Dégagement d'H ₂ S	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fermentation liée à un manque d'homogénéisation ▪ Temps de séjour excessif 	Fuite de biogaz chargé d'H ₂ S (effet toxique)	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Homogénéisation par agitateurs mécaniques ▪ Report du défaut sur la supervision en cas de défaillance des dispositifs d'agitation, ▪ Temps de séjour limité ▪ Bâches couvertes, ventilées et désodorisées 	<i>Risque limité au personnel exploitant</i>
Dégagement de méthane	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fermentation liée à un manque d'homogénéisation ▪ Temps de séjour excessif + Source d'ignition 	Explosion en milieu confiné (VCE) : effet de surpression	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Homogénéisation par agitateurs mécaniques ▪ Report du défaut sur la supervision en cas de défaillance des dispositifs d'agitation, ▪ Temps de séjour limité ▪ Bâches couvertes, ventilées et désodorisées 	<i>Volume limité, pas d'effet hors site</i>
Déversement de produit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Débordement, sur-remplissage ▪ Rupture de l'équipement (fragilité, fissure, vieillissement,...) 	Epanchage de boues / graisses : pollution accidentelle	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesure de niveau dans les bâches ▪ Trop-plein de la bache de 220 m³ raccordé au poste toutes eaux de la station d'épuration ▪ Trop-plein de la bache de 50 m³ raccordé à la bache d'accueil des boues externes ▪ Ouvrages en béton armé ▪ Inspections visuelles régulières ▪ Inspections approfondies lors des vidanges décennales 	<i>Pollution limitée au site</i>

Tableau 2 : Analyse préliminaire des risques - Unité fonctionnelle « Homogénéisation des matières en amont du digesteur »

3.2 Analyse préliminaire des risques liés au digesteur

Le digesteur est un ouvrage béton à fond conique de volume utile égal à 4 000 m³, dont les caractéristiques dimensionnelles sont les suivantes :

- Diamètre interne : 19,20 m
- Hauteur partie conique : 2,30 m
- Hauteur partie cylindrique : 14,20 m
- Hauteur coupole : 1,80 m
- Volume du ciel gazeux en fonctionnement normal : 611 m³
- Volume à vide : 4 611 m³

Le brassage du digesteur est assuré par un agitateur axial à deux étages de pales.

L'ouvrage est surmonté d'un dôme, équipé d'un trou d'homme. Un trou d'homme latéral est également disposé au niveau du terrain naturel.

Le digesteur est équipé de deux soupapes de sécurité permettant, en cas de dysfonctionnement du gazomètre et de la torchère, de rejeter le biogaz directement dans l'atmosphère et d'éviter une montée en pression dans l'ouvrage. Ces soupapes fonctionnent également en dépression, permettant une aspiration d'air en cas de vidange rapide / incontrôlée des boues, assurant donc la protection de l'ouvrage contre une dépression.

Pour limiter les déperditions calorifiques, le digesteur est isolé avec un revêtement enduit.

En aval du digesteur, le circuit conduit le biogaz vers :

- le gazomètre,
- ou la torchère pour l'élimination des excédents.

Événement redouté	Événement initiateur	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
Perte de confinement du digesteur par surpression : dispersion de biogaz et formation d'un nuage air/biogaz + source d'allumage	<ul style="list-style-type: none"> Surpression liée à une montée rapide du niveau de boues (remplissage important et/ou soutirage insuffisant) Surpression liée à une température excessive Soupapes de sécurité bloquées / fermée Surpression liée à une remise en service du brassage après arrêt prolongé (pic de production de biogaz) Surpression liée à une vanne fermée ou bouchée sur le réseau de biogaz ou un arrêt de la consommation de biogaz 	Fuite de biogaz chargé d'H ₂ S (effet toxique)	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> Mesure de pression dans le ciel gazeux Mesure de niveau (détecteur capacitif) dans le digesteur Mesure de niveau dans la vasque d'entrée Forte inertie thermique du système By-pass possible du digesteur (envoi des matières homogénéisées vers la bêche à boues digérées) Contrôle périodique (et tarage) des soupapes Consignation en position ouverte des vannes d'isolement des soupapes Pare-flamme au niveau des soupapes de pression / dépression Brassage en continu avec agitateur mécanique Prévention des sources d'ignition (protection foudre, matériel ATEX) 	Risque limité au personnel exploitant
		<u>Si source d'ignition :</u> <ul style="list-style-type: none"> Explosion à l'air libre d'un mélange biogaz/air : effets de surpression et effets thermiques Jet enflammé (feu type torchère) : effets thermiques 	1 ou 2		<ul style="list-style-type: none"> Pas de conséquence pour les tiers car soupape vers le haut à une hauteur importante Milieu largement ventilé
Surpression dans le digesteur entraînant l'éclatement de celui-ci	<ul style="list-style-type: none"> Surpression liée à une montée rapide du niveau de boues (remplissage important et/ou soutirage insuffisant) Surpression liée à une température excessive Soupapes de sécurité bloquées / fermée Surpression liée à une remise en service du brassage après arrêt prolongé (pic de production de biogaz) Surpression liée à une vanne fermée ou bouchée sur le réseau de biogaz ou un arrêt de la consommation de biogaz 	Eclatement du digesteur (onde de pression)	2 ou 3	<ul style="list-style-type: none"> Mesure de pression dans le ciel gazeux Mesure de niveau (détecteur capacitif) dans le digesteur Mesure de niveau dans la vasque d'entrée Forte inertie thermique du système By-pass possible du digesteur (envoi des matières homogénéisées vers la bêche à boues digérées) Contrôle périodique (et tarage) des soupapes Consignation en position ouverte des vannes d'isolement des soupapes Pare-flamme au niveau des soupapes de pression / dépression Brassage en continu avec agitateur mécanique Bassins étanches en liaison gravitaire permettant de stocker la totalité du volume de matières contenu dans l'ouvrage Prévention des sources d'ignition (protection foudre, matériel ATEX) 	Les effets de l'éclatement du digesteur sont identiques à ceux de l'explosion interne (voir ci-après)
		Emission de biogaz chargé d'H ₂ S (effet toxique)	1 ou 2		Risque limité au personnel exploitant
		Epandage des matières en cours de traitement (pollution des sols et des eaux)	1 ou 2		Risque de pollution non retenu car mesure de confinement
		<u>Si source d'ignition :</u> <ul style="list-style-type: none"> Explosion à l'air libre (effets de surpression et effets thermiques) Explosion immédiate (effets de surpression et effets thermiques) 	2 ou 3		<ul style="list-style-type: none"> Pas de conséquence sur les tiers car allumage en atmosphère libre d'un rejet non turbulent, sans effet de confinement Les effets de surpression de l'UVCE sont couverts par ceux de l'explosion interne (voir ci-après)

Événement redouté	Événement initiateur	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
Perte de confinement / ruine du digesteur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Débordement, sur-remplissage ▪ Rupture de l'équipement (fragilité, fissure, vieillissement,...) ▪ Agression mécanique, choc 	Emission de biogaz chargé d'H ₂ S (effet toxique)	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspections visuelles régulières ▪ Inspections approfondies lors des vidanges décennales ▪ Digesteur en béton armé ▪ Mesure de niveau (détecteur capacitif) dans le digesteur ▪ Mesure de niveau dans la vasque d'entrée ▪ Bassins étanches en liaison gravitaire permettant de stocker la totalité du volume de matières contenu dans l'ouvrage ▪ Prévention des sources d'ignition (protection foudre, matériel ATEX) 	<i>Risque limité au personnel exploitant</i>
		Epandage des matières en cours de traitement (pollution des sols et des eaux)	1 ou 2		<i>Risque de pollution non retenu car mesure de confinement</i>
		<p><u>Si source d'ignition :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Explosion à l'air libre en cas d'allumage retardé (effets de surpression et effets thermiques) ▪ Explosion immédiate (effets de surpression et effets thermiques) 	2 ou 3		<i>Pas de conséquence sur les tiers car allumage en atmosphère libre d'un rejet non turbulent, sans effet de confinement</i> <i>Les effets de surpression de l'UVCE sont couverts par ceux de l'explosion interne (voir ci-après)</i>
Entrée d'air dans le digesteur en fonctionnement normal et inflammation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Défaillance des soupapes ▪ Fuite en partie basse du digesteur (fuite ou rupture tuyauterie soutirage) entraînant une dépression interne et une entrée d'air par la soupape ▪ Soutirage en marche sans alimentation en matières fraîches (défaillance alimentation) entraînant une dépression interne et une entrée d'air par la soupape 	Explosion en milieu confiné si présence d'une source d'ignition (effets de surpression)	2 ou 3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspections visuelles régulières ▪ Inspections approfondies lors des vidanges décennales ▪ Mesure de niveau (détecteur capacitif) dans le digesteur ▪ Mesure de niveau dans la vasque d'entrée ▪ Pompe de secours sur l'alimentation du digesteur ▪ Prévention des sources d'ignition (protection foudre, matériel ATEX) 	PHD 1 « Explosion du digesteur plein »
		Epandage des matières en cours de traitement (pollution des sols et des eaux)	1 ou 2		<i>Risque de pollution non retenu car mesure de confinement</i>

Événement redouté	Événement initiateur	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
Entrée d'air dans le digesteur au démarrage ou lors d'une opération de vidange	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ouverture du digesteur (maintenance) ▪ Entrée d'air par la soupape 	Explosion en milieu confiné si présence d'une source d'ignition	3 à 4	Évènement exceptionnel pour entretien préventif du digesteur (fréquence : environ tous les 10 ans) Opération programmée avec information des services de secours et services de l'Etat Procédure arrêt : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Isolement du gazomètre et vidange de cet ouvrage (torchère) ▪ Inertage du ciel gazeux à l'azote avec envoi simultané du mélange biogaz/azote vers la torchère. ▪ Soutirage boues et remplissage simultané à l'eau, ▪ Mesure intérieure CH₄ par détecteur portatif, puis mise à l'air lorsque CH₄ < LIE ▪ vidange du mélange boues + eau Procédure (re)démarrage : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Remplissage à l'eau ▪ Inertage du ciel gazeux à l'azote ▪ Connexion des circuits biogaz ▪ Alimentation progressive en boues 	PHD 2 « Explosion du digesteur vide »

Tableau 3 : Analyse préliminaire des risques - Unité fonctionnelle « Digesteur »

3.3 Analyse préliminaire des risques liés au stockage du digestat

En sortie du digesteur, les matières digérées sont dirigées gravitairement vers une bache de stockage intermédiaire de 20 m³ puis, par pompage, vers une bache de stockage de 200 m³.

La bache intermédiaire est une cuve en béton située dans le bâtiment technique dédiée à la méthanisation. Elle est équipée d'un agitateur mécanique et d'une extraction d'air raccordée à l'unité de désodorisation par charbon actif.

La bache de stockage de 200 m³ est également un ouvrage béton, implanté devant le bâtiment de traitement des boues de la station d'épuration. Elle est équipée d'un agitateur mécanique et son ciel gazeux est raccordée à l'unité de désodorisation par lavage chimique.

Événement redouté	Événement initiateur	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
Dégagement d'H ₂ S	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Boues pas ou partiellement digérées + fermentation liée à un manque d'homogénéisation ▪ Temps de séjour excessif 	Dispersion d'H ₂ S	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Homogénéisation des bâches par agitateurs mécaniques ▪ Report du défaut sur la supervision en cas de défaillance des agitateurs ▪ Temps de séjour limité ▪ Bâches couvertes et désodorisée 	<i>Risque limité au personnel exploitant</i>
Dégagement de méthane (biogaz)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Boues pas ou partiellement digérées + fermentation liée à un manque d'homogénéisation ▪ Temps de séjour excessif 	Explosion en milieu confiné si source d'ignition (effets de surpression)	1 à 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Homogénéisation des bâches par agitateurs mécaniques ▪ Report du défaut sur la supervision en cas de défaillance des agitateurs ▪ Temps de séjour limité ▪ Analyse CH₄ dans ciel gazeux ▪ Bâches couvertes et désodorisée ▪ Prévention des sources d'ignition (protection foudre, matériel ATEX) 	<i>Volume ciel gazeux limité, pas d'effet hors site</i>
Perte de confinement de la bâche intermédiaire de stockage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Débordement, sur-remplissage ▪ Rupture de l'équipement (fragilité, fissure, vieillissement,...) 	Epanchage de digestat (pollution des sols et des eaux)	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bâche en béton ▪ Système de rétention associé ▪ Mesure de niveau 	<i>Risque de pollution non retenu car mesure de confinement</i>

Tableau 4 : Analyse préliminaire des risques - Unité fonctionnelle « Stockage du digestat »

3.4 Analyse préliminaire des risques liées au stockage du biogaz

Le biogaz produit dans le digesteur est envoyé, via une tuyauterie enterrée, vers le gazomètre de 400 m³ de capacité maximale.

Le gazomètre est un stockage tampon du biogaz (pression de service de 25 mbar) constitué d'une double membrane souple en PVC (la première membrane permet le stockage du biogaz dans de bonnes conditions d'étanchéité, la seconde membrane assure la tenue mécanique du gazomètre).

Un ventilateur centrifuge (+ un second en secours) assure le maintien en pression entre les deux enveloppes du gazomètre.

La pression de rupture de ce type de gazomètre est de quelques dizaines de millibars (45 mbar).

Événement redouté	Événement initiateur	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
Déchirure des deux enveloppes / ruine du gazomètre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Surpression dans la boudruche (déchirure) ▪ Agression mécanique, choc ▪ Défaut enveloppe, usure, ▪ Envol de la membrane dû à un défaut de fixation ▪ Perte de pression dans la double enveloppe (fragilisation de la membrane et risque de déchirure) ▪ Effets domino 	Emission de biogaz chargé d'H ₂ S (effet toxique)	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Présence de gardes hydrauliques (prévention de la surpression) ▪ Double membrane fixée aux parois par un système conçu pour résister aux intempéries, ▪ Membrane extérieure résistante aux chocs et aux perforations ▪ Equipement isolé et hors zones de circulation ▪ Vérification périodique de l'état de la boudruche et de son mode de fixation ▪ 1 ventilateur de maintien de la pression entre les 2 enveloppes + 1 ventilateur de secours indépendant (basculement automatique sur ventilateur de secours en cas défaut ventilateur principal) ▪ Registre taré entre enveloppe externe et boudruche pour éviter une dépression dans l'espace entre enveloppe et boudruche ▪ Prévention des sources d'ignition (protection foudre, matériel ATEX) 	<i>Risque limité au personnel exploitant</i>
		<p><u>Si source d'ignition :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Explosion à l'air libre en cas d'allumage retardé (effets de surpression et effets thermiques) ▪ Explosion immédiate (effets de surpression et effets thermiques) 	2 ou 3		PHD 3 « Explosion non confinée consécutive à la ruine du gazomètre »
Rupture de l'enveloppe interne, formation d'une ATEX	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rupture de l'enveloppe interne par surpression si arrêt prolongé de la consommation de biogaz tandis que la production se poursuit (erreur d'exploitation, liaison avec torchère bouchée, défaillance vanne de liaison,...) ▪ Fuite sur enveloppe interne (usure par frottement, défaut,...) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Explosion en milieu confiné si source d'ignition 	2 ou 3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Torchère dimensionnée pour 480 Nm³/h soit 2,7 fois la production de biogaz en situation de pointe ▪ Soupape tarée à 25 mbar. ▪ Détecteur CH₄ (explosimètre) avec alarme calée à 60% LIE, installé au niveau du registre d'équilibrage entre les deux membranes. ▪ Enveloppe interne thermosoudée, dimensionnée pour son déploiement, résistante aux variations thermiques et à l'abrasion 	PHD 4 « Explosion de biogaz dans le gazomètre »

Tableau 5 : Analyse préliminaire des risques - Unité fonctionnelle « Stockage du biogaz »

3.5 Analyse préliminaire des risques liés au réseau de biogaz

Le réseau de biogaz est constitué de tuyauteries :

- PEHD gaz Ø 225 ext pour les tronçons enterrés,
- en acier inoxydable pour les tronçons aériens (raccords soudés), avec revêtement anticorrosion.

La pression de service est comprise entre 15 et 25 mbar.

Ce réseau est principalement enterré ; les tronçons aériens (descente du digesteur, entrée torchère, entrée unité de purification) sont protégés contre les chocs mécaniques et sont tolérants aux contraintes de type vibrations ou accélérations sismiques.

Événement redouté	Événement initiateur	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
Perte de confinement sur tronçon aérien de réseau biogaz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuite de joint, bride (corrosion) ▪ Surpression sur le réseau ▪ Agression mécanique 	Emission de biogaz chargé d'H ₂ S (effet toxique)	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réseau très basse et basse pression, hors partie traitement biogaz ▪ Tuyauteries conçues et construites conformément aux recommandations professionnelles par une société qualifiée ▪ Tuyauteries avec revêtement anticorrosion écartant tout risque de corrosion + électrosoudage (limitation des brides et raccords) ▪ Site clôturé et plan de prévention en cas de travaux écartant tout risque de travaux tiers non contrôlés ; ▪ Tracé des tuyauteries connu (plans de récolement) et plans de prévention établis par l'exploitant pour encadrer tous travaux sur le site de la station ; ▪ Défauts matériaux ou défaut de construction, détectés avant la mise en service lors des différents tests, de mise en pression notamment. ▪ Pressostats sur réseau avec report alarme et arrêt automatique 	<i>Risque limité au personnel exploitant</i>
		<u>Si source d'ignition :</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Explosion à l'air libre (effets de surpression et effets thermiques) ▪ Feu torche ou jet enflammé 	2 ou 3		<p>PHD 5a « Explosion non confinée consécutive à une fuite sur le réseau biogaz »</p> <p>PHD 5b « Jet enflammé de biogaz suite à une fuite sur le réseau biogaz »</p>

Tableau 6 : Analyse préliminaire des risques - Unité fonctionnelle « Réseau de biogaz »

Remarque : L'occurrence d'une brèche ou d'une rupture sur le réseau enterré est exclue pour les raisons suivantes :

- Tuyauteries en PEHD écartant tout risque de corrosion ;
- Protection contre les chocs et les effets dominos (thermiques et surpression) par la hauteur de terre recouvrant les tuyauteries ;
- Site clôturé et plan de prévention en cas de travaux écartant tout risque de travaux tiers non contrôlés ;
- Tracé des tuyauteries connu (plans de récolement) et plans de prévention établis par l'exploitant pour encadrer tous travaux sur le site de la station ;
- Défauts matériaux ou défaut de construction, détectés avant la mise en service lors des différents tests, de mise en pression notamment.
- De plus, au vu des faibles pressions dans le réseau biogaz, une brèche sur une tuyauterie enterrée générerait des effets très localisés.

3.6 Analyse préliminaire des risques liées à l'épuration du biogaz

L'épuration du biogaz est effectuée dans un container métallique placé sur une dalle béton.

Le traitement se compose des étapes suivantes :

- séchage et d'un refroidissement du biogaz ;
- filtration sur charbon actif pour l'élimination du H₂S et des COV ;
- épuration membranaire pour l'élimination du CO₂.

Le container métallique (L x l x h = 9,2 m x 2,4 m x 2,9 m) est équipé d'une détection de gaz (méthane) avec activation d'une alarme sonore et visuelle et coupure de l'alimentation en gaz en cas de détection.

Événement redouté	Événement initiateur	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
Perte de confinement dans le local de traitement du biogaz	Fuite de joint, bride (corrosion)	Explosion en milieu confiné : effets de surpression	2 ou 3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conteneur non résistant à la pression par conception ▪ Extraction mécanique et coupure de l'alimentation en biogaz en cas de détection CH₄ ▪ Minimisation du risque d'allumage par l'utilisation de matériel ATEX à l'intérieur du conteneur d'épuration 	<i>PHD 6 « Explosion confinée dans le conteneur d'épuration »</i>
Inflammation du filtre à charbon actif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encrassement du filtre à charbon actif ▪ Présence d'une source d'ignition 	Incendie : effets thermiques	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Remplacement régulier du charbon actif ▪ Surveillance régulière de l'installation ▪ Détection CH₄ ▪ Extraction mécanique et coupure de l'alimentation en biogaz en cas de détection CH₄ ▪ Prévention des sources d'ignition 	<i>Pas d'effet hors site</i>

Tableau 7 : Analyse préliminaire des risques - Unité fonctionnelle « Epuration du biogaz »

3.7 Analyse préliminaire des risques liés à l'injection de biométhane

Le poste d'injection de biométhane est constitué d'un container métallique divisé en 3 compartiments :

- un local odorisation : à ce niveau du THT est injecté dans le biométhane ;
- un local gaz : ce local comprend un skid d'analyse du biométhane et un skid de comptage du biométhane injecté dans le réseau ;
- un local électrique.

Événement redouté	Événement initiateur	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
Perte de confinement dans le local odorisation/injection	Fuite de joint, bride (corrosion)	Explosion en milieu confiné : effets de surpression	2 ou 3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conteneur non résistant à la pression par conception ▪ Ventilation naturelle haute et basse ▪ Détection CH₄ ▪ Minimisation du risque d'allumage par l'utilisation de matériel ATEX à l'intérieur du conteneur d'épuration 	<p style="text-align: center;"><i>PHD 7 « Explosion confinée dans le conteneur odorisation / injection »</i></p>

Tableau 8 : Analyse préliminaire des risques - Unité fonctionnelle « Injection du biométhane »

3.8 Analyse préliminaire des risques liés à la torchère

Le biogaz en provenance du gazomètre alimente la torchère par une tuyauterie enterrée. Le débit maximal d'alimentation est de 480 Nm³/h.

La hauteur de la torchère est de 4,7 m, son diamètre est de 0,91 m.

Il s'agit d'un appareil à flamme cachée, à allumage automatique et muni comme le gazomètre de l'ensemble des accessoires de sécurité nécessités par la mise en zone ATEX de l'ensemble des installations de gaz.

La commande de la torchère et sa protection par fusibles sont entièrement automatiques et commandées en fonction du niveau du réservoir de stockage du gaz. Dans le cas où le gazomètre est rempli à son niveau maximal, la torchère se met automatiquement en marche.

Événement redouté	Événement initiateur	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
Emission de biogaz à la torchère	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Extinction non détectée de la torchère (vent violent, ...) ▪ Electrovanne de sécurité sur la conduite d'alimentation de la torchère non étanche ou bloquée ouverte ▪ Défaut ou mise hors service intentionnelle (ou non) de la torchère et maintien de la production de biogaz + ▪ Présence d'une source d'ignition ▪ Réallumage tardif de la torchère 	Emission de biogaz chargé d'H ₂ S (effet toxique)	1 ou 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Détection de flamme avec alarme et arrêt temporisé (fermeture vanne alimentation) après rallumages automatiques infructueux ▪ Conception et maintenance adaptées des systèmes (équipements, électriques, détection, sécurité) ▪ Sécurité anti-retour de flamme ▪ Capteur de pression ▪ Débitmètre ▪ Régulation de l'admission d'air 	<i>Risque limité au personnel exploitant</i>
		Explosion à l'air libre d'un mélange air et biogaz (méthane) : effets de surpression et thermiques	2 ou 3		<i>PHD 8 « Explosion non confinée de biogaz en cas d'extinction ou non allumage de la torchère »</i>

Tableau 9 : Analyse préliminaire des risques - Unité fonctionnelle « Torchère »

3.9 Analyse préliminaire des risques liées aux pertes d'utilités

Événement redouté	Événement initiateur	Conséquences et phénomènes dangereux	Intensité	Barrières de sécurité	Recommandations / Remarques
Rupture d'alimentation électrique	Coupure sur le réseau (travaux, choc, événement météorologique exceptionnel)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perte ventilations et alimentation de la torchère ▪ Perte détections, automates, GTC 	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Circuit électrique bouclé ▪ Inverseur de source permettant une alimentation via un groupe électrogène de secours en cas de coupure prolongée ▪ Matériels de contrôle commande et informatique liés au process et à la sécurité sur onduleurs d'une autonomie suffisante 	-
Perte d'utilités informatiques	Toutes causes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perte du contrôle-commande à distance des installations 	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réseau informatique en boucle ▪ Automates redondants ▪ Alimentation secourue par onduleurs puis groupe électrogène 	-

3.10 Sélection des phénomènes dangereux nécessitant une analyse détaillée

À l'issue de l'analyse préliminaire des risques, il apparaît qu'un certain nombre de phénomènes dangereux dont l'intensité pourrait éventuellement générer des effets sur les tiers (effets externes) ou sur des installations internes (effets dominos), doit être évalué plus en détail :

Phénomène dangereux	Événement redouté	Phénomène dangereux (PHD) à modéliser
PHD 1 Explosion du digesteur plein	Entrée d'air dans le digesteur en fonctionnement normal et inflammation	Explosion en milieu confiné (effets de surpression)
PHD 2 Explosion du digesteur vide	Entrée d'air dans le digesteur au démarrage ou lors d'une opération de vidange	Explosion en milieu confiné (effets de surpression)
PHD 3 Explosion non confinée consécutive à la ruine du gazomètre	Déchirure des deux enveloppes / ruine du gazomètre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Explosion à l'air libre en cas d'allumage retardé (effets de surpression et effets thermiques) ▪ Explosion immédiate (effets de surpression et effets thermiques)
PHD 4 Explosion de biogaz dans le gazomètre	Rupture de l'enveloppe interne, formation d'une ATEX	Explosion en milieu confiné (effets de surpression)
PHD 5a Explosion non confinée consécutive à une fuite sur le réseau biogaz	Perte de confinement sur tronçon aérien de réseau biogaz	Effets de surpression type UVCE et effets thermiques flash-fire
PHD 5b Jet enflammé de biogaz suite à une fuite sur le réseau biogaz	Perte de confinement sur tronçon aérien de réseau biogaz	Feu torche ou jet enflammé
PHD 6 Explosion confinée dans le conteneur d'épuration	Perte de confinement dans le local de traitement du biogaz	Explosion en milieu confiné (effets de surpression)
PHD 7 Explosion confinée dans le conteneur odorisation/injection	Perte de confinement dans le local odorisation/injection	Explosion en milieu confiné (effets de surpression)
PHD 8 Explosion non confinée de biogaz en cas d'extinction ou non allumage de la torchère	Emission de biogaz à la torchère	Effets de surpression type UVCE et effets thermiques flash-fire

Accueil de déchets non dangereux externes sur les installations de méthanisation de la station d'épuration de Courtine

Demande d'autorisation environnementale

E - Etude de
dangers

Analyse détaillée des risques

février 2022

1 METHODOLOGIE

La démarche menée au cours de l'identification des risques a consisté à répertorier l'ensemble des événements redoutés susceptibles de se produire sur les installations. La combinaison des événements redoutés avec leurs causes et leurs conséquences potentielles a permis d'identifier des scénarios d'accidents. Seuls les événements majeurs ont été retenus. La pré-évaluation de la gravité d'un événement a été faite d'une part sur la base des quantités de produits mises en œuvre, et d'autre part en fonction des conséquences que l'événement serait susceptible d'engendrer en termes de distances d'effets thermiques ou d'effets de surpression, sur la base des retours d'expériences disponibles.

Conformément aux indications de l'arrêté 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, les phénomènes dangereux modélisés dans cette partie sont ceux dont on soupçonne que les effets pourraient atteindre des cibles extérieures, directement ou indirectement, et qui demandent donc vérification.

Pour mémoire, un scénario d'accident majeur est défini par :

- un produit associé à un équipement (par exemple du biogaz dans une canalisation),
- une hypothèse de défaillance ou événement redouté (par exemple, la rupture d'une canalisation),
- un phénomène physique : explosion d'un nuage de gaz, incendie de type feu de torche, ...

Les effets dangereux associés à ces scénarios sont déterminés à l'aide de formules de calcul de façon à obtenir une approche de l'intensité des effets aux seuils réglementés.

1.1 Seuils d'effets pour la détermination des zones de dangers

Les grandeurs retenues pour caractériser les risques majeurs sont :

- Les niveaux de surpression aérienne,
- Les flux thermiques ou la dose thermique,
- Les effets toxiques.

Pour chaque grandeur, des seuils d'effets sont définis pour les hommes et pour les structures, conformément aux instructions de l'arrêté du 29 septembre 2005 dit PCIG. Ces seuils d'effets sont 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, tandis que les effets létaux correspondent au décès.

1.1.1 Seuils d'effets sur les personnes

	Effets de surpression	Effets thermiques (exposition > 1 à 2 min. avec terme source constant)	Effets thermiques (exposition courte avec terme source non constant)
Effets indirects	20 mbar Effets indirects par projection de bris de vitres	-	-
Dangers significatifs ou effets irréversibles	50 mbar Effets irréversibles par mise en mouvement des individus	3 kW/m² Effets irréversibles par rayonnement thermique	600 (kW/m ²) ^(4/3) .s Effets irréversibles par rayonnement thermique
Dangers graves ou premiers effets létaux	140 mbar Effets létaux par risque d'écrasement	5 kW/m² Premiers effets létaux par rayonnement thermique	1000 (kW/m ²) ^(4/3) .s Premiers effets létaux par rayonnement thermique
Dangers très graves ou effets létaux significatifs	200 mbar Effets létaux par effet direct (hémorragie pulmonaire)	8 kW/m² Effets létaux par rayonnement thermique	1800 (kW/m ²) ^(4/3) .s Effets létaux par rayonnement thermique

Tableau 10 : Seuils des effets thermiques et de surpression pour les personnes (arrêté du 29 septembre 2005)

1.1.2 Seuils d'effets sur les structures

	Effets de surpression	Effets thermiques
Seuil de destructions significatives des vitres (plus de 10% des vitres)	20 mbar	5 kW/m ²
Seuil des dégâts légers	50 mbar Destruction de 75% des vitres	/
Seuil des dégâts graves	140 mbar Effondrement partiel de certaines parois et des tuiles des maisons	8 kW/m ²
Seuil des effets dominos	200 mbar Destruction des murs en parpaings Destruction de plus de 50% des maisons en brique	8 kW/m ²
Seuil de dégâts très graves sur les structures, hors structure béton	300 mbar	16 kW/m ²
Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures	/	20 kW/m ²
Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes	/	20 kW/m ²

Tableau 11 : Seuils des effets thermiques et de surpression sur les structures (arrêté du 29 septembre 2005)

1.2 Quantification de l'intensité des phénomènes dangereux

1.2.1 Hypothèses et modèles utilisés

Les calculs sont effectués suivant une méthodologie spécifique à chaque cas. Les méthodes de calculs pour l'évaluation des conséquences d'accident s'appuient sur :

- Guide Bleu de l'UFIP - Guide méthodologique pour la réalisation des Etudes de Dangers en raffinerie, stockages et dépôts de produits liquides et liquéfiés – Volume II – Juillet 2002
- Yellow Book TNO - Methods for calculation of physical effects - 3rd Edition – 1997
- Handbook of Fire Protection Engineering - SFPE - 2nd Edition - 1995
- Evaluating the characteristics of vapour cloud explosions, flash fires, and BLEVEs – Center For Chemical Process Safety – 2nd Edition – 1998
- Guides techniques de l'INERIS (notamment OMEGA 1, 2, 5, 8, 9, 12, 13)
- Guide de l'état de l'art sur les silos – INERIS – Version 3 – Avril 2008
- Guide d'élaboration et de lecture des études de dangers du MEDD – décembre 2006

En plus de ces outils, les méthodologies spécifiques issues du rapport N° DRA-09-101660-12814A « Scénarios accidentels et modélisation des distances d'effets associés pour des installations de méthanisation de taille agricole et industrielle » de l'INERIS (Janvier 2010) sont considérées.

Le modèle mis en œuvre et les paramètres utilisés sont indiqués en début d'évaluation de chaque scénario.

1.2.1.a Méthodologie de calcul des effets de surpression en cas d'explosion confinée

Pour modéliser les effets de surpression en cas de formation d'une atmosphère explosive (ATEX) dans une enceinte ou un local, et l'inflammation de cette ATEX, aussi appelé VCE : Vapor Cloud Explosion, plusieurs méthodes existent. Ces méthodes diffèrent selon la structure de l'enceinte où se produit l'explosion.

Dans le cas de l'inflammation d'une ATEX dans une enceinte ou local résistant à la pression et non muni d'évents (cas du digesteur), la méthode associant le modèle de Brode pour le calcul de l'énergie d'explosion et la courbe multi-énergie 10 pour la détermination des distances d'effets aux seuils de surpression est utilisée.

Dans le cas de l'inflammation d'une ATEX dans une enceinte ou local non résistant à la pression (cas du gazomètre, du conteneur d'épuration et du conteneur d'odorisation / injection), la méthode multi-énergie est utilisée, avec un indice de sévérité adapté en fonctionnement notamment de l'encombrement dans le local ou l'enceinte concernés.

a.1 Méthode multi-énergie

La démarche de calcul consiste à :

- calculer l'énergie d'explosion de la combustion du nuage à la stœchiométrie ;
- déterminer les distances d'effets des surpressions seuils à partir d'un abaque représentatif de la sévérité d'explosion, caractérisée par un indice compris entre 1 et 10. Les indices 2 à 7 sont représentatifs de déflagrations et les indices 8, 9 et 10 caractérisent les détonations en champ libre.

Le tableau de Kinsella, ci-après, permet d'orienter le choix de l'indice de sévérité d'explosion. Par exemple, une explosion se produisant dans un local (confinement = oui), peu encombré (encombrement bas) et dans lequel il n'y a pas de source d'inflammation forte, est caractérisée par un indice multi-énergie compris entre 3 et 5.

Inflammation		Encombrement			Confinement		Classe / Sévérité
Basse	Haute	Haut	Bas	Aucun	Oui	Non	
	X	X			X		7-10
	X	X				X	7-10
X		X			X		5-7
	X		X		X		5-7
	X		X			X	4-6
	X			X	X		4-6
X		X				X	4-5
	X			X		X	4-5
X			X		X		3-5
X			X			X	2-3
X				X	X		1-2
X				X		X	1

A chaque indice de sévérité d'explosion correspond une surpression maximale (Cf. abaque ci-après).

Les abaques multi-énergie ont été établis sur la base de résultats de simulations numériques d'explosions de charges hémisphériques de gaz (typiques d'un mélange hydrocarbure – air) à vitesse de flamme constante. Ils donnent la distance réduite, en fonction de la surpression, à partir de laquelle on déduit la distance d'effet R mesurée à partir du centre du nuage, du pic de pression considéré.

$$R = \bar{R} \left(\frac{Ex}{Pa} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Avec :

R : distance d'effet, observée à partir du centre du nuage, en fonction de la surpression (m)

\bar{R} : distance réduite (m)

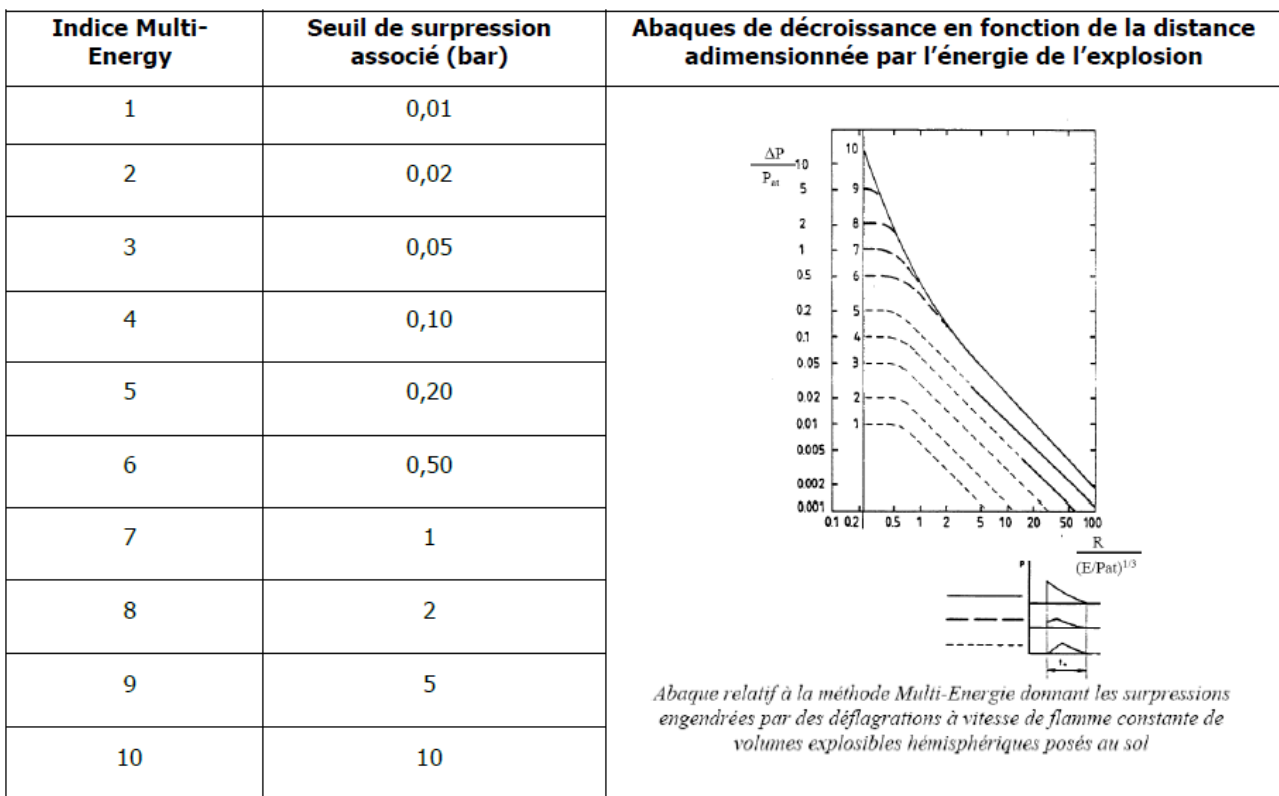
Pa : pression atmosphérique (Pa)

Ex : énergie d'explosion (J) $Ex = \Delta Hc \times Vg$

ΔHc est la chaleur de combustion à la stœchiométrie (J/m³ de mélange)

Vg est le volume du nuage gazeux à la stœchiométrie (m³)

$Vg = \frac{\text{Masse inflammable}}{\rho_g \times C_{\text{stœchiométrie}}}$ où Masse inflammable est la masse de gaz ou de vapeur inflammable en concentration supérieure à la LIE



Abaques multi-énergie

a.2 Méthode de Brode / Multi-énergie 10

La démarche de calcul consiste à :

- calculer l'énergie d'explosion à l'aide du modèle de Brode ;
- déterminer les distances d'effets des surpressions seuils à partir de l'abaque indice 10 de la méthode multi énergie représentatif de la propagation d'une onde de choc liée à l'éclatement de l'enceinte.

La formule de Brode permettant de calculer l'énergie d'explosion est la suivante :

$$E_{ex} = \frac{(P_1 - P_a) \times V_x}{\gamma - 1}$$

Avec :

Eex : énergie d'explosion (J),

P1 : pression absolue de l'enceinte lors de la rupture (Pa), prise égale à 2 fois la pression de rupture statique si le volume n'est pas correctement éventé,

Pa : pression ambiante (Pa),

Vg : volume de la phase gazeuse (m³),

γ : rapport des chaleurs spécifiques du gaz.

Connaissant l'énergie Eex, la distance réelle à laquelle la surpression considérée est obtenue peut être calculée en utilisant les formules suivantes associées aux effets de surpression suivant la méthode multi-énergie indice 10.

Seuil de surpression	Distance des effets de surpression (méthode multi-énergie 10)
300 mbar	$0,028 Eex^{1/3}$
200 mbar	$0,032 Eex^{1/3}$
140 mbar	$0,050 Eex^{1/3}$
50 mbar	$0,110 Eex^{1/3}$
20 mbar	Double de la distance à 50 mbar

1.2.1.b Méthode de calcul des effets des effets thermiques et de surpression liés à une fuite de gaz (jet enflammé, UVCE / Flash-fire)

b.1 Evaluation du débit à la brèche

Le débit à la brèche est déterminé en tenant compte des conditions de pression et de température du fluide, de la section de la brèche (prise en compte des pertes de charges) sauf si ce débit est imposé par le process (compresseur ou pompe en amont de la brèche).

La phase de décompression de la tuyauterie, dans le cas d'un gaz (donc d'un fluide compressible) est à considérer si la longueur de tuyauterie est significative.

b.2 Feu torche ou jet enflammé

Un jet enflammé correspond à l'inflammation immédiate, sous l'action d'une source d'allumage, d'un jet de gaz rejeté sous pression, dans un environnement libre (non confiné). Pour estimer le flux rayonné par le jet enflammé, le modèle de Shell-Thornton, validé par des essais à grande échelle, est retenu.

Ce modèle suppose que le flux gazeux à l'origine du feu de chalumeau est extrêmement turbulent (Reynolds > 25000) ce qui majore les distances de dangers des effets thermiques engendrés. Le jet de flammes est modélisé par un tronc de cône avec une source ponctuelle localisée au barycentre de ce tronc de cône.

b.3 Explosion non confinée (UVCE / Flash-fire)

L'ignition retardée d'un nuage de gaz inflammable génère :

- des effets de surpression (UVCE, Unconfined Vapour Cloud Explosion) ;
- des effets thermiques (Flash-fire ou feu de nuage).

De manière générale, le terme UVCE s'applique lorsque des effets de pression sont observés, alors que le terme Flash-fire est réservé aux situations où la combustion du nuage ne produit pas d'effets de pression. Cependant il s'agit dans les deux cas du même phénomène physique, à savoir la combustion d'un mélange gazeux inflammable.

Calcul des distances des effets thermiques

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, les effets thermiques du Flash-fire sont définis comme suit :

- distance au seuil des effets létaux significatifs = distance à la LIE
- distance au seuil des effets létaux = distance à la LIE
- distance au seuil des effets irréversibles = 1,1 x distance à la LIE

Calcul des distances des effets de surpression

La méthode multi-énergie, présentée plus haut est utilisée.

Dans le cas des nuages dérivant en champ libre, le nuage peut s'enflammer à différentes distances de sa source d'émission et conduire à des distances d'effets plus ou moins grandes, en fonction de la taille du nuage et sa distance par rapport aux cibles potentielles, au point d'ignition considéré. Dans ce cas, on retient la position de la source d'ignition conduisant aux distances d'effets les plus grandes. Le centre de l'explosion est pris au centre du nuage.

1.2.2 Composition du biogaz

La composition du biogaz retenue pour les modélisations est détaillée dans le tableau suivant :

Gaz	CH ₄	CO ₂	H ₂ S	N ₂	H ₂
% volumique	60	35	0,1	1	0,1

Les scénarios impliquant le biométhane auront une composition différente à base de 100% de CH₄.

2 MODELISATION DES EFFETS DES EFFETS DES PHENOMENES DANGEREUX RETENUS

2.1 PHD1 : Explosion du digesteur plein

2.1.1 Description et hypothèses du scénario

Pour ce scénario, il est supposé qu'une ATEX à la stœchiométrie se forme dans le ciel gazeux du digesteur (611 m³). En cas de présence d'une source d'ignition, une explosion survient entraînant la montée en pression à l'intérieur du digesteur. Lorsque la pression interne atteint les capacités de résistance mécanique de la liaison robe-toit, sa rupture libère l'énergie disponible.

Il est considéré que le toit agit comme une soupape et qu'il n'y a pas d'explosion secondaire.

Les effets de pression sont évalués par un calcul d'équivalent énergétique de Brode en utilisant :

- une pression de rupture de l'enceinte égale à deux fois sa pression statique de résistance (2 x 200 mbar), ce qui est majorant et suppose que l'enceinte est insuffisamment éventée,
- puis une décroissance multi-énergie n°10 pour qualifier les distances d'effet de l'explosion.

2.1.2 Distances des effets de surpression

Les distances d'effets de surpression lors de l'explosion du ciel gazeux du digesteur en fonctionnement sont détaillées dans le tableau suivant :

Seuils de surpression	Distance au seuil
300 mbar	12 m
200 mbar	14 m
140 mbar	22 m
50 mbar	48 m
20 mbar	96 m

Les distances sont comptées en mètres à partir du centre du digesteur.

2.1.3 Cartographie des zones d'effets

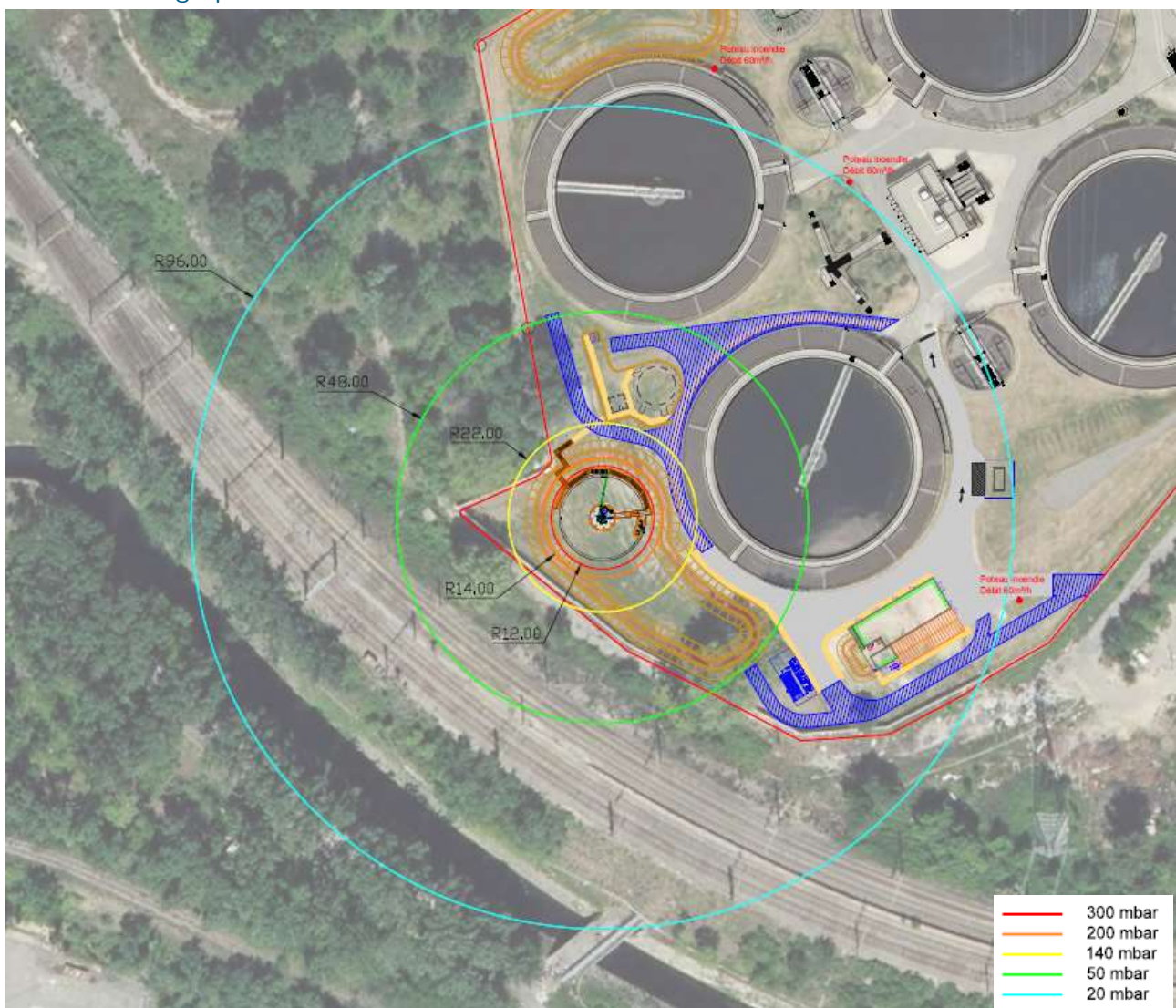


Figure 4 : Distances des effets de surpression liés à l'explosion du digesteur plein

2.1.4 Conclusion

L'explosion du digesteur plein entraîne des effets dominos sur le gazomètre voisin (structure souple ne résistant pas à plus de 50 mbar). Les phénomènes dangereux liés au gazomètre sont présentés dans la suite de l'étude.

Les effets létaux (surpression de 140 mbar) sortent très légèrement du site pour impacter le terrain voisin occupé par un boisement.

Les effets irréversibles (surpression de 50 mbar) sortent du site sur des terrains non bâtis et atteignent les voies de chemin de fer, exclusivement dédiées au transport de marchandises.

D'après le retour d'expérience, le retournement de wagons-citernes chargés est possible s'ils sont impactés par une surpression de 480 mbar au plus (Source : Lees, 1996). Le flambement des parois d'un wagon-citerne de produits chimiques se produit à partir de 120 mbar associés à un temps d'application de 1,5 seconde. Les wagons bâchés sont, quant à eux, moins résistants (risque de déchirure de la bâche dès quelques mbar). Il existe alors un risque d'arrachement de la bâche et la chute des contenants (tels que big bags, caisses, ...). Mais il ne devrait pas s'ensuivre un accident majeur car le niveau d'énergie apportée est trop faible pour initier une explosion ou un départ de feu. On en conclut qu'il n'y a pas de risque d'effets domino externes.

2.2 PHD 2 : Explosion du digesteur vide

2.2.1 Description et hypothèses du scénario

Pour ce scénario, il est supposé qu'une ATEX à la stœchiométrie se forme à l'intérieur d'un digesteur vide de boues (4 611 m³) lors d'une phase transitoire (mise en service, vidange décennale) ou accidentelle (vidange inopinée). Le déroulement du phénomène est ensuite identique à celui du PHD 1.

2.2.2 Distances des effets de surpression

Les distances d'effets de surpression lors de l'explosion du digesteur vide (volume d'ATEX maximal) sont détaillées dans le tableau suivant :

Seuils de surpression	Distance au seuil
300 mbar	24 m
200 mbar	27 m
140 mbar	43 m
50 mbar	94 m
20 mbar	188 m

Les distances sont comptées en mètres à partir du centre du digesteur.

2.2.3 Cartographie des zones d'effets

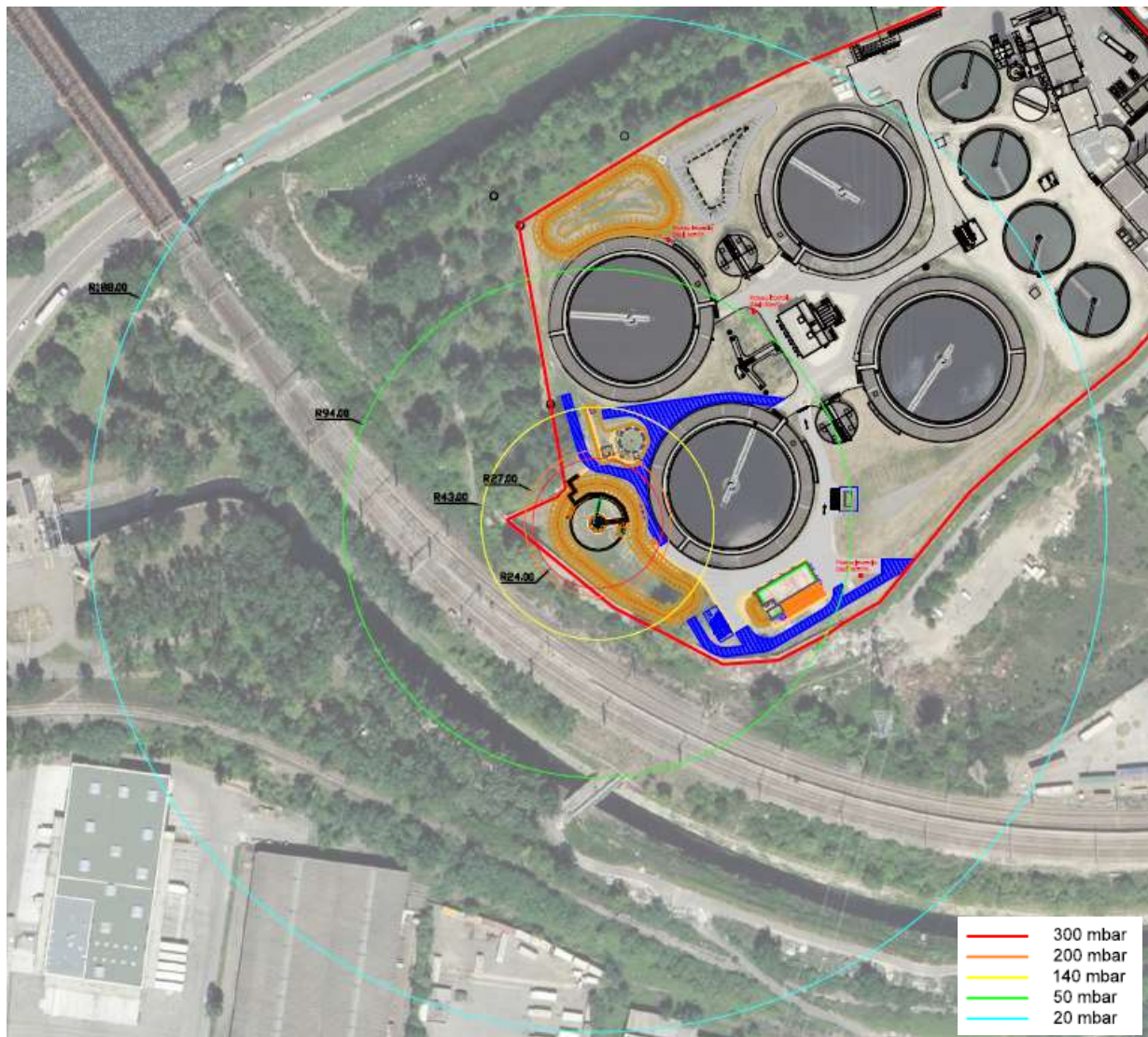


Figure 5 : Distances des effets de surpression liés à l'explosion du digesteur vide

2.2.4 Conclusion

L'explosion du digesteur plein entraîne des effets dominos sur le clarificateur le plus proche et sur le gazomètre voisin (structure souple ne résistant pas à plus de 50 mbar). Les phénomènes dangereux liés au gazomètre sont présentés dans la suite de l'étude.

Les effets létaux (surpression de 140 mbar) sortent du site pour impacter le terrain CNR voisin occupé par un boisement ; ils approchent des voies de chemin de fer, dédiées au transport de marchandises.

Les effets irréversibles (surpression de 50 mbar) sortent largement du site et concernant des terrains non bâtis et les voies de chemin de fer (transport de marchandises).

Pour rappel, le retournement de wagons-citernes chargés est possible s'ils sont impactés par une surpression de 480 mbar au plus (Source : Lees, 1996). Le flambement des parois d'un wagon-citerne de produits chimiques se produit à partir de 120 mbar associés à un temps d'application de 1,5 seconde. Les wagons bâchés sont, quant à eux, moins résistants (risque de déchirure de la bâche dès quelques mbar). Il existe alors un risque d'arrachement de la bâche et la chute des contenants (tels que big bags, caisses, ...). Mais il ne devrait pas s'ensuivre un accident majeur car le niveau d'énergie apportée est trop faible pour initier une explosion ou un départ de feu. On en conclut qu'il n'y a pas de risque d'effets domino externes.

2.3 PHD 3 : Explosion non confinée consécutive à la ruine du gazomètre

2.3.1 Description et hypothèses du scénario

Le scénario accidentel imaginé est une déconnexion de la tuyauterie biogaz (DN200 ; $S = 0,03 \text{ m}^2$) au niveau de l'entrée ou de la sortie du gazomètre ou une déchirure des deux membranes du gazomètre rempli de biogaz entraînant la libération du volume de biogaz dans l'atmosphère.

De façon conservative, le scénario modélisé est une brèche de $0,1 \text{ m}^2$ (soit une déchirure de 1 m sur 10 cm), ce qui couvre le scénario de déconnexion de la tuyauterie biogaz.

Ce phénomène génère à la fois des effets thermiques (flash-fire) et des effets de surpression (UVCE).

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- Volume gazeux : 400 m^3 (volume du gazomètre)
- Pression initiale : 25 mbar (pression du biogaz dans le gazomètre)
- Température du gaz dans le gazomètre : 15°C (température ambiante)
- Débit de la fuite : $3,5 \text{ kg/s}$ (calculé avec PHAST)
- Durée de la fuite : 79 s (calculé avec PHAST)
- Direction du jet : horizontale (hypothèse de calcul dimensionnante)

2.3.2 Distances des effets thermiques

Les distances des effets thermiques de l'explosion du nuage libéré par la ruine du gazomètre sont détaillées dans le tableau suivant :

Conditions météorologiques	Effets létaux significatifs (LIE)	Premiers effets létaux (LIE)	Effets irréversibles ($1,1 \times \text{LIE}$)
F3	20 m	20 m	22 m
D5	18 m	18 m	20 m

Les distances sont comptées en mètres à partir du point de rejet (enveloppe du gazomètre).

2.3.3 Distances des effets de surpression

Les effets de pression de l'explosion du nuage sont déterminés à l'aide de la méthode Multi-Energie avec un indice de 3 car inflammation d'un rejet non turbulent, en zone non confinée et peu encombrée.

Conditions météorologiques	Distance 300 mbar	Distance 200 mbar	Distance 140 mbar	Distance 50 mbar	Distance 20 mbar
F3	Non atteint	Non atteint	Non atteint	18	32
D5	Non atteint	Non atteint	Non atteint	16	28

Les distances sont comptées en mètres à partir du point de rejet (enveloppe du gazomètre).

2.3.4 Cartographie des zones d'effets



Figure 6 : Distances des effets thermiques liés à une explosion consécutive à la ruine du gazomètre



Figure 7 : Distances des effets de surpression liés à une explosion consécutive à la ruine du gazomètre

2.3.5 Conclusion

Les effets thermiques et de surpression sont contenus à l'intérieur du site.

2.4 PHD 4 : Explosion de biogaz dans le gazomètre

2.4.1 Description et hypothèses du scénario

Le scénario accidentel imaginé est la formation d'une atmosphère explosive (ATEX) à la stœchiométrie d'un mélange d'air et de biogaz dans le gazomètre et l'inflammation de cette ATEX.

Le gazomètre est constitué d'une membrane en PVC peu résistante (pression de rupture donnée par le constructeur = 45 mbar). En première approche, ce scénario peut être assimilé à l'explosion à l'air libre d'un mélange stœchiométrique de biogaz et d'air. Pour cette raison, l'évaluation des effets de pression se fait à l'aide de la méthode multi-énergie avec un indice de violence de 4 (surpression maximale de 100 mbar).

2.4.1 Distances des effets de surpression

Les distances d'effets de surpression lors de l'explosion du gazomètre sont détaillées dans le tableau suivant :

Seuils de surpression	Distance au seuil
300 mbar	Non atteint
200 mbar	Non atteint
140 mbar	Non atteint
50 mbar	27 m
20 mbar	54 m

Les distances sont comptées en mètres à partir du centre du gazomètre.

2.4.2 Cartographie des zones d'effets



Figure 8 : Distances des effets de surpression liés à une explosion de biogaz dans le gazomètre

2.4.3 Conclusion

Les effets de surpression irréversibles (50 mbar) sont contenus à l'intérieur du site ;

2.5 PHD 5a : Explosion non confinée consécutive à une fuite sur le réseau biogaz

2.5.1 Description et hypothèses du scénario

Le scénario imaginé est une rupture franche d'un tronçon de tuyauterie aérienne du réseau biogaz ou biométhane, la formation d'un nuage air-méthane et l'inflammation retardée de ce nuage.

Ce phénomène génère à la fois des effets thermiques (Flash-fire) et des effets de surpression (UVCE).

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- Débit maximal de biogaz rejeté : 110 Nm³/h
- Diamètre tuyauterie : 200 mm
- Longueur tuyauterie : 1 m (hypothèse pénalisante conduisant à négliger les pertes de charge)
- Hauteur tuyauterie par rapport au sol : 1 m (hypothèse de calcul)
- Température du biogaz dans la tuyauterie : 15°C (température ambiante)
- Durée de la fuite : illimitée (non prise en compte d'éventuelles mesures d'intervention)
- Direction du jet : horizontale (hypothèse dimensionnante)

2.5.2 Distances des effets thermiques

Les distances des effets thermiques sont détaillées dans le tableau suivant :

Conditions météorologiques	Effets létaux significatifs (LIE)	Premiers effets létaux (LIE)	Effets irréversibles (1,1 x LIE)
F3	< 2	< 2	< 2
D5	< 2	< 2	< 2

Les distances sont comptées en mètres à partir du point de rejet (axe de la tuyauterie).

2.5.1 Distances des effets de surpression

Les effets de pression de l'explosion du nuage sont déterminés à l'aide de la méthode multi-énergie avec un indice de 4 car inflammation d'un rejet non turbulent, en zone non confinée mais pouvant être localement encombrée.

Conditions météorologiques	Distance 300 mbar	Distance 200 mbar	Distance 140 mbar	Distance 50 mbar	Distance 20 mbar
F3	Non atteint	Non atteint	Non atteint	< 2	< 5
D5	Non atteint	Non atteint	Non atteint	< 2	< 5

Les distances sont comptées en mètres à partir du point de rejet (axe de la tuyauterie).

2.5.1 Cartographie des zones d'effets

Les effets ne sont pas représentés car les distances atteintes sont faibles (inférieures à 5 m pour les effets létaux et irréversibles).

2.5.2 Conclusion

Les effets létaux et irréversibles sont contenus à l'intérieur du site.

2.6 PHD 5b : Jet enflammé de biogaz suite à une fuite sur le réseau biogaz

2.6.1 Description et hypothèses du scénario

Le scénario imaginé est une rupture franche d'un tronçon de tuyauterie aérienne du réseau biogaz ou biométhane et l'inflammation immédiate du rejet générant des effets thermiques.

Les hypothèses retenues sont les mêmes que pour le PHD 5a.

2.6.1 Distances des effets thermiques

Le jet enflammé qui résulterait de la rupture guillotine d'une tuyauterie de biogaz ou biométhane et inflammation immédiate du rejet ne génère pas de zones d'effets car les débits mis en jeu sont très faibles.

2.6.1 Cartographie des zones d'effets

Sans objet en l'absence d'effets.

2.6.1 Conclusion

Les seuils d'effets thermiques ne sont pas atteints.

2.7 PHD 6 : Explosion confinée dans le conteneur d'épuration

2.7.1 Description et hypothèses du scénario

Pour ce scénario, il est retenu une fuite de biogaz et la formation d'un mélange d'air et de biogaz à la stœchiométrie dans le container de purification et l'inflammation l'ATEX ainsi formée.

Dans une approche dimensionnante, on suppose que tout le volume libre est occupé par le nuage explosible.

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- Volume total : 85 m³
- Encombrement : 20%
- Volume gazeux : 68 m³
- Pression de rupture statique : < 50 mbar (structure peu résistante munie de plusieurs portes jouant le rôle d'évent)

Le container d'épuration membranaire est considéré comme peu résistant (pression de rupture inférieure à 50 mbar). En première approche, ce scénario peut être assimilé à l'explosion à l'air libre d'un mélange stœchiométrique de biogaz et d'air.

Pour cette raison, l'évaluation des effets de pression se fait à l'aide de la méthode multi-énergie avec un indice de violence de 5 du fait de l'encombrement du container (surpression maximale de 200 mbar).

2.7.1 Distances des effets de surpression

Les distances d'effets de surpression lors d'une explosion confinée dans le conteneur d'épuration sont détaillées dans le tableau suivant :

Seuils de surpression	Distance au seuil
300 mbar	Non atteinte
200 mbar	8 m
140 mbar	10 m
50 mbar	28 m
20 mbar	57 m

Les distances sont comptées en mètres à partir du centre du conteneur.

2.7.2 Cartographie des zones d'effets

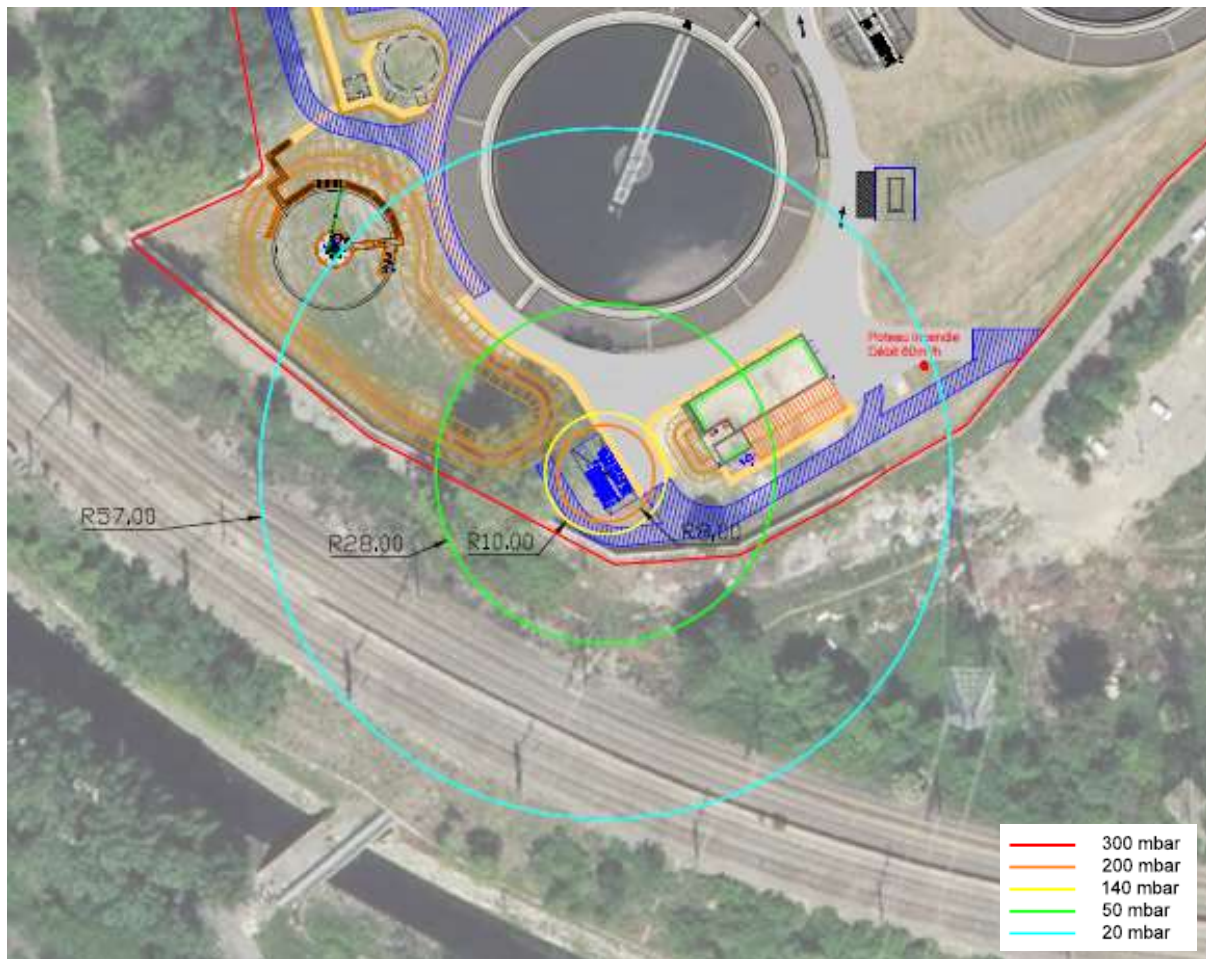


Figure 9 : Distances des effets de surpression liés à une explosion confinée du conteneur d'épuration

2.7.3 Conclusion

Des effets domino (seuil des effets domino = 200 mbar) sont possibles à proximité du container. Ils pourraient être à l'origine d'une rupture d'une tuyauterie de biogaz (voir PHD 5).

Seuls les effets irréversibles (50 mbar) sortent légèrement du site sur des terrains non bâtis. Ils n'impactent pas la voie ferrée.

2.8 PHD 7 : Explosion confinée dans le conteneur odorisation/injection

2.8.1 Description et hypothèses du scénario

Pour ce scénario, il est retenu une fuite de biogaz et la formation d'un mélange d'air et de biogaz à la stœchiométrie dans le conteneur d'odorisation/injection et l'inflammation l'ATEX ainsi formée.

Dans une approche dimensionnante, on suppose que tout le volume libre est occupé par le nuage explosible.

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- Volume local poste gaz : 15 m³
- Volume local odorisation : 5 m³
- Encombrement : négligeable (hypothèse)
- Volume gazeux local poste gaz : 15 m³

- Volume gazeux local odorisation : 5 m³
- Pression de rupture statique : < 50 mbar (structure peu résistante)

Le poste d'odorisation/injection est un local en structure légère non résistante (tenue à la pression < 50 mbar). En première approche, ce scénario peut être assimilé à l'explosion à l'air libre d'un mélange stœchiométrique de biométhane (assimilé à du gaz naturel) et d'air.

Pour cette raison, l'évaluation des effets de pression se fait à l'aide de la méthode multi-énergie avec un indice de violence de 4 (surpression maximale de 100 mbar).

2.8.1 Distances des effets de surpression

Les distances d'effets de surpression lors d'une explosion confinée dans le conteneur d'épuration sont détaillées dans le tableau suivant :

Seuils de surpression	Distance au seuil Local poste gaz	Distance au seuil Local odorisation
300 mbar	Non atteint	Non atteint
200 mbar	Non atteint	Non atteint
140 mbar	Non atteint	Non atteint
50 mbar	10 m	7 m
20 mbar	20 m	14 m

Les distances sont comptées en mètres à partir du centre du conteneur.

2.8.2 Cartographie des zones d'effets



Figure 10 : Distances des effets de surpression liés à une explosion confinée dans le conteneur odorisation/injection

2.8.1 Conclusion

Les effets irréversibles sont contenus à l'intérieur du site.

2.9 PHD 8 : Explosion non confinée de biogaz en cas d'extinction ou non allumage de la torchère

2.9.1 Description et hypothèses du scénario

Le scénario envisagé est l'extinction de la torchère, la formation d'un nuage air-méthane et l'inflammation retardée de ce nuage.

Ce phénomène génère à la fois des effets thermiques (flash-fire) et des effets de surpression (UVCE).

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- Hauteur de la torchère par rapport au sol : 4,7 m
- Débit maximal envoyé à la torchère : 274 Nm³/h
- Direction du jet : vertical

Ce PHD est modélisé en assimilant le biogaz à du méthane pur (LIE comparables mais chaleur de combustion du méthane plus élevée) et en considérant le débit maximal de biogaz pouvant être envoyé vers la torchère. Cette approche est majorante.

2.9.2 Distances des effets thermiques

Les distances des effets thermiques sont détaillées dans le tableau suivant :

Distance d'effets - Cible à 1,5 m de hauteur (hauteur d'homme)			
Conditions météorologiques	Effets létaux significatifs (LIE)	Premiers effets létaux (LIE)	Effets irréversibles (1,1 x LIE)
F3	Non atteint	Non atteint	Non atteint
D5	Non atteint	Non atteint	Non atteint

Distance d'effets - Cible à 4,7 m de hauteur (hauteur torchère)			
Conditions météorologiques	Effets létaux significatifs (LIE)	Premiers effets létaux (LIE)	Effets irréversibles (1,1 x LIE)
F3	< 2	< 2	< 2
D5	< 2	< 2	< 2

Les distances sont comptées en mètres à partir du point de rejet.

2.9.3 Distances des effets de surpression

Les effets de pression de l'explosion du nuage sont déterminés à l'aide de la méthode multi-énergie avec un indice de 3 car inflammation d'un rejet non turbulent, en zone non confinée et non encombrée.

Distance d'effets - Cible à 1,5 m de hauteur (hauteur d'homme)					
Conditions météorologiques	Distance 300 mbar	Distance 200 mbar	Distance 140 mbar	Distance 50 mbar	Distance 20 mbar
F3	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
D5	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint

Distance d'effets - Cible à 4,7 m de hauteur (hauteur torchère)					
Conditions météorologiques	Distance 300 mbar	Distance 200 mbar	Distance 140 mbar	Distance 50 mbar	Distance 20 mbar
F3	Non atteint	Non atteint	Non atteint	< 2	< 5
D5	Non atteint	Non atteint	Non atteint	< 2	< 5

Les distances sont comptées en mètres à partir du point de rejet.

2.9.4 Cartographie des zones d'effets

Les effets ne sont pas représentés car les distances atteintes sont faibles (inférieures à 5 m pour les effets létaux et irréversibles à hauteur de torchère et non atteints à hauteur d'homme).

2.9.5 Conclusion

Les effets létaux et irréversibles sont contenus à l'intérieur du site.

3 BILAN DES PHENOMENES DANGEREUX

Le tableau suivant propose une synthèse des distances d'effets des phénomènes dangereux retenus.

PHD	Événement redouté	Effets	SELS	SEL	SEI	Indirects / bris vitres
1	Explosion du digesteur plein	Surpression	14 m	22 m	48 m	96 m
2	Explosion du digesteur vide	Surpression	27 m	43 m	94 m	188 m
3	Explosion non confinée consécutive à la ruine du gazomètre	Thermique	20 m	20 m	22 m	-
		Surpression	NA	NA	18 m	32 m
4	Explosion de biogaz dans le gazomètre	Surpression	NA	NA	27 m	54 m
5a	Explosion non confinée consécutive à une fuite sur le réseau biogaz	Thermique	< 2 m	< 2 m	< 2 m	-
		Surpression	NA	NA	< 2 m	< 5 m
5b	Jet enflammé de biogaz suite à une fuite sur le réseau biogaz	Thermique	NA	NA	NA	-
6	Explosion confinée dans le conteneur d'épuration	Surpression	8 m	10 m	28 m	57 m
7	Explosion confinée dans le conteneur odorisation/injection	Surpression	NA	NA	7 m	14 m
8	Explosion non confinée de biogaz en cas d'extinction ou non allumage de la torchère	Thermique	< 2 m	< 2 m	< 2 m	< 2 m
		Surpression	NA	NA	NA	NA

Tableau 12 : Synthèse des distances d'effets des phénomènes dangereux retenus

Parmi les phénomènes dangereux dont les distances d'effets ont été modélisés, trois engendrent des effets à l'extérieur du site : PHD 1, PHD 2 et PHD 6. Ils doivent donc faire l'objet d'un examen approfondi dans le cadre de l'analyse détaillée des risques (voir ci-dessous).

4 EVALUATION DE LA GRAVITE ET DE LA PROBABILITE

4.1 Méthodologie

4.1.1 Evaluation de la gravité

La détermination des conséquences humaines à l'extérieur du site pour les accidents majeurs est réalisée selon les préconisations de la circulaire récapitulative du 10 mai 2010 et de la fiche 1 du guide ministériel du 28 décembre 2006 « EDD : Éléments pour la détermination de la gravité des accidents ».

Niveau de gravité	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	Zone délimitée par le seuil des premiers effets létaux	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine
5. Désastreux	Plus de 10 personnes exposées ⁽¹⁾	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
4. Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
3. Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
2. Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
1. Modéré	Pas de zone de létalité hors établissement		Présence humaine exposées à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

⁽¹⁾ Personnes exposées : personnes exposées à l'extérieur des limites du site, en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent.

4.1.1 Evaluation de la probabilité

L'arrêté du 29 septembre 2005 prévoit la possibilité de déterminer la probabilité d'occurrence annuelle des phénomènes dangereux en utilisant une approche semi-quantitative, dans laquelle les probabilités d'occurrence sont exprimées en classes de probabilité.

L'échelle de cotation probabiliste définie dans l'arrêté du 29 septembre 2005 est rappelée dans le tableau suivant :

		Classe de probabilité				
		E	D	C	B	A
Type d'appréciation	Qualitative	« événement possible mais extrêmement peu probable »	« événement très improbable »	« événement improbable »	« événement probable »	« événement courant »
		n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un grand nombre d'années et d'installations	s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	un événement 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	s'est produit et / ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation	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
	Semi-quantitative	Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place				
	Quantitative (/ unité et / an)	10-5	10-4	10-3	10-2	

4.2 Evaluation de la gravité et de la probabilité de phénomènes dangereux ayant des effets hors site

4.2.1 Evaluation de la gravité

L'analyse détaillée des risques montre que plusieurs phénomènes dangereux sélectionnés induisent des effets hors du site. Il convient donc d'en évaluer la gravité et la probabilité.

Scénario	Seuils d'effets	Cibles extérieures impactées	Règle comptage (cir. 10/05/2010)	Nb personnes potentiellement exposées	Gravité	Gravité retenue
PHD 1 Explosion du digesteur plein	140 mbar	zone boisée non bâtie (terrain CNR)	A6 - terrain non aménagé et très peu fréquenté	1 personne	Sérieux	Sérieux
	50 mbar	zone boisée + voie ferrée	A6 - terrain non aménagé et très peu fréquenté	1 personne	Modéré	
PHD 2 Explosion du digesteur vide	140 mbar	zone boisée non bâtie (terrain CNR)	A6 - terrain non aménagé et très peu fréquenté	1 personne	Sérieux	Sérieux
	50 mbar	zone boisée + voie ferrée	A6 - terrain non aménagé et très peu fréquenté	1 personne	Modéré	
PHD 6 Explosion confinée dans le conteneur d'épuration	50 mbar	zone boisée + voie ferrée	A6 - terrain non aménagé et très peu fréquenté	1 personne	Modéré	Modéré

4.2.2 Evaluation de la probabilité

Pour les phénomènes dangereux ayant des effets hors site, la probabilité de survenance est évaluée comme suit :

Scénario	Probabilité	Classe de probabilité retenue
PHD 1 Explosion du digesteur plein	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	D (Très improbable)
PHD 2 Explosion du digesteur vide	Possible mais extrêmement peu probable – Vidange ayant lieu tous les 10 ans avec mise en place de procédures très strictes	E (Possible mais extrêmement peu probable)
PHD 6 Explosion confinée dans le conteneur d'épuration	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	D (Très improbable)

5 EVALUATION DE LA CINETIQUE DES PHENOMENES DANGEREUX AYANT DES EFFETS HORS SITE

Le tableau suivant indique l'échelle de cinétique retenue pour chaque phénomènes dangereux ayant des effets hors site.

Scénario	Cinétique
PHD 1 : Explosion du digesteur plein	Rapide
PHD 2 : Explosion du digesteur vide	Rapide
PHD 6 : Explosion confinée dans le conteneur d'épuration	Rapide

6 SITUATION DES PHENOMENES DANGEREUX AYANT DES EFFETS HORS SITE DANS LA MATRICE DE CRITICITE

Les accidents potentiels (sans tenir compte des mesures de maîtrise des risques sauf celles qui sont passives) peuvent être hiérarchisés dans une matrice « de criticité » en fonction de leur probabilité et de leur gravité.

En fonction du niveau de criticité obtenu, des mesures complémentaires peuvent être proposées.

- **Zone en rouge « NON »** : zone de risque élevé → accidents « inacceptables » susceptibles d'engendrer des dommages sévères à l'intérieur et hors des limites du site (mesures compensatoires à mettre en œuvre)
- **Zone en jaune et orange « MMR »** : zone de Mesures de Maîtrise des Risques. Les phénomènes dangereux dans cette zone doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation → zone ALARP (As Low As Reasonably Practicable). Il est important de démontrer que toutes les mesures de maîtrise des risques ont été envisagées et mises en œuvre (dans la mesure du techniquement et économiquement réalisable).

La gradation des cases « MMR » en " rangs ", correspond à un risque croissant, depuis le rang 1 (zones en jaune) jusqu'au rang 2 (zone en orange). Cette gradation correspond à la priorité que l'on peut accorder à la réduction des risques, en s'attachant d'abord à réduire les risques les plus importants (rangs les plus élevés).

- **Zone en vert** : zone de risque moindre accidents « acceptables » dont il n’y a pas lieu de s’inquiéter outre mesure (le risque est maîtrisé). Pas de mesures de réduction complémentaire du risque.

Les phénomènes dangereux ayant des effets hors site retenus dans le cas présent et cotés en termes de gravité et de probabilité dans les paragraphes précédents sont placés dans la matrice « de criticité » ci-dessous :

Gravité	Probabilité				
	E	D	C	B	A
5 - Désastreux					
4 - Catastrophique					
3 - Important					
2 - Sérieux	PHD 2	PHD 1			
1 - Modéré		PHD 6			

Les PHD 1, 2 et 6 sont situés en zone verte de la matrice de criticité. Ils sont donc considérés comme « acceptable » et ne requièrent pas de mesures complémentaires de réduction de leurs probabilités.

Accueil de déchets non dangereux externes sur les installations de méthanisation de la station d'épuration de Courtine

Demande d'autorisation environnementale
E - Etude de dangers

ANNEXES

février 2022

Liste des annexes

- Annexe 1 : Proposition de zonage ATEX, VEOLIA (avril 2021)
- Annexe 2 : Analyse du risque foudre et étude technique, 1G Group (2019)
- Annexe 3 : Fiches de données de sécurité

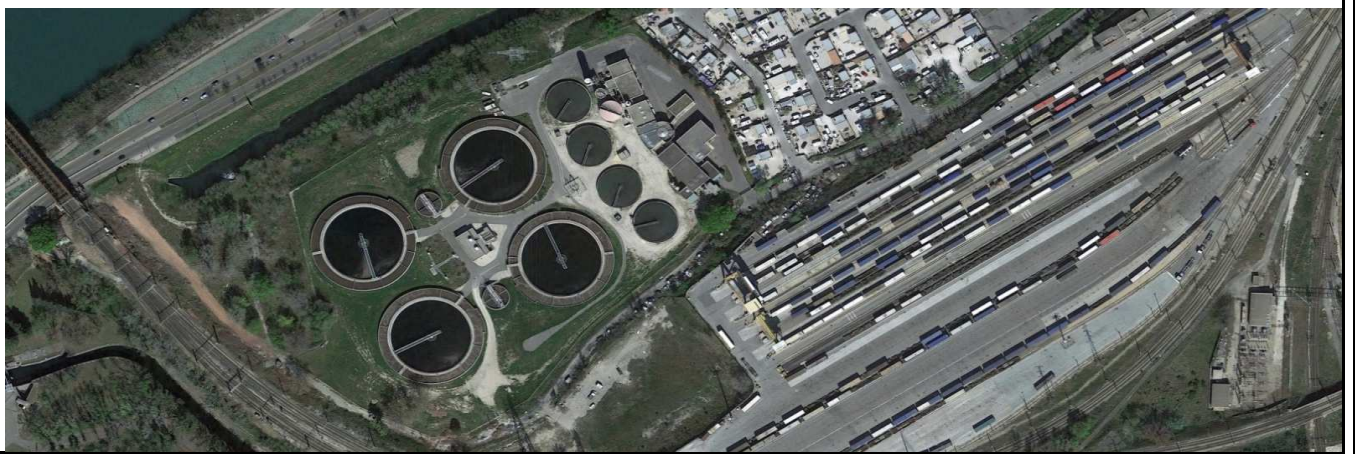
Annexe 1 : Proposition de zonage ATEX, VEOLIA (avril 2021)

MAITRE D'OUVRAGE



COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION
DU GRAND AVIGNON

SERVICE PUBLIC D'ASSAINISSEMENT COLLECTIF EXPLOITATION DE LA STATION DE
TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA COURTINE A AVIGNON



MAITRE D'ŒUVRE



ARCHITECTE

COORDINATION SECURITE ET
PROTECTION DE LA SANTE

BUREAU DE CONTRÔLE
TECHNIQUE

MAITRE D'OUVRAGE DELEGUE



Société d'Assainissement du
Grand Avignon

MANDATAIRE



SOUS-TRAITANTS GENIE CIVIL
CANALISATIONS - VRD

GROS ŒUVRE

TERRASSEMENTS - RESEAUX SECS

Format	A 4	Ech:	1:1	Proposition de zonage ATEX	STATUT	
N° d'affaire	166 20 414				PRE	
Editeur					BEE	
					BPE	X
					DOE	
OTV ENS NT B 1000			Révision	D	ANN	

Sommaire

- 1- Introduction**
 - 2- Méthodologie**
 - 3- Classification des zones**
 - 4- Matériel ATEX**
 - 5- Proposition de zonage file eau**
 - 6- Proposition de zonage file boue**
 - 7- Proposition de zonage file gaz**
-
-

1 - Introduction

A- Objet de cette note

Cette note est une préconisation de zonage sur les installations faisant l'objet du marché de conception, et réalisation des travaux d'installation de digestion incluant un digesteur et un gazomètre, un système de récupération d'énergie sur l'eau traitée ainsi qu'une unité de traitement et valorisation du biogaz en bio-méthane sur la station des eaux usées de La Courtine à Avignon.

Il est rappelé que la responsabilité du zonage ATEX est à la charge de l'exploitant.

L'objet de cette note est de présenter la proposition de zonage ATEX transcrite dans le plan

OTV ENS PG 050 indice B

Pour rappel et de manière générale, sont concernées toutes les installations où des produits combustibles sont mis en œuvre et où des ATEX sont susceptibles de se former, c'est-à-dire:

- Stockage/exploitation de boues pouvant méthaniser
- Biogaz / biométhane

Les installations existantes ou futures ne faisant pas l'objet de travaux prévus au marché ne seront pas décrits dans cette préconisation de zonage.

B- Rappel de la réglementation

Textes Européens :

- Directive 94/9/CE du 23 Mars 1994 : « Rapprochement des législations des états membres pour les appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosible »
- Directive 2014/34/UE du parlement Européen et du Conseil du 26 février 2014 relative à l'harmonisation des législations des Etats membres concernant les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles (refonte) Texte présentant de l'intérêt pour l'UEE
- Directive 1999/92/CE : « Prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphère explosive »

Textes Français :

- Code du Travail : Articles R4216-31 et R4227-42 à 54
- Décret n°96-1010 du 19 Novembre 1996 : « Appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosible »
- Arrêté du 30 Mars 1980 : « Réglementation des installations électriques dans les établissements réglementés au titre de la législation sur les ICPE et susceptibles de présenter des risques d'explosions »
- Arrêté du 8 Juillet 2003 (en complément de l'arrêté du 4 Novembre 1993) : « Signalisation de sécurité et santé au travail »
- Arrêté du 8 Juillet 2003 : « Protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosive »
- Arrêté du 28 Juillet 2003 : « Conditions d'installation des matériels électriques dans les emplacements où des atmosphères explosives peuvent se présenter »

Cette étude de zonage a été établi en référence au document suivant :

- NF EN 60079-10-1 (mai 2016) : Atmosphères explosives – Partie 10-1 : Classement des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses.
- NF EN 60079-10-2 (mai 2015) : Atmosphères explosives – Partie 10-2 : Classement des emplacements – Atmosphères explosives poussières.
- Norme NF EN 1127 –1 (octobre 2011) : Atmosphères explosives - Prévention de l'explosion et protection contre l'explosion - Partie 1 : notions fondamentales et méthodologie
- Guide SNITER-INERIS-SIEP (version 2 décembre 2005) : Guide pour la classification en zones ATEX dans les industries du Traitement des Eaux

2 - Méthodologie

Pour effectuer un zonage ATEX, il faut évaluer les risques d'explosion par zone et définir les mesures de protection contre ces risques.

Pour évaluer ces risques, il faut lister les produits inflammables (réactifs ou produits/dégagés par le process).

A- Liquide inflammables

Dans le cas de la STEP de La Courtine, du fioul domestique sera utilisé pour le fonctionnement du groupe électrogène de secours (pas de chaudière). Ce produit est considéré combustible. Le point éclair du fioul domestique étant supérieur à priori à sa température maximum de stockage, celui-ci ne devrait pas générer d'Atex (vérification FDS : à charge exploitant).

~~On peut rencontrer des hydrocarbures dans la chambre d'arrivée de la filière de traitement d'eau.~~

B- Gaz inflammables

Dans le cas d'une unité de digestion, les gaz inflammables / explosifs sont :

le biogaz (méthane), du biométhane, de l'hydrogène et l'hydrogène sulfuré,

Note : Concernant les gaz émis, l'H₂S n'est pas considéré comme un gaz susceptible de former des ATEX dangereuses car sa LIE est de 4%v/v, bien supérieure à la teneur toxique. Il en va de même pour l'ammoniac (LIE=16%).

Leur toxicité imposera en effet de détecter leur présence et de protéger les travailleurs bien avant d'atteindre des concentrations explosives. La prévention et la protection contre le risque toxique étant considérée comme réalisées, il ne devrait pas exister d'ATEX H₂S ni NH₃ dans les locaux avec présence de personnel.

(Extrait Guide SNITER)

C- Poussières inflammables:

Le risque d'explosion apparaît lorsque sont présents des poussières de taille inférieure à 500 microns: boues séchées, CAP (charbon pulvérisé), éventuellement polymères.

Dans le cadre des travaux prévus, des filtres à charbon actifs sous forme de granulés sont prévus pour traiter les COV et siloxane présents dans le biogaz et sur les odeurs de l'air vicié extrait des locaux neufs.

Ces installations de CAG ne présentent pas à priori de risque d'explosion par la présence de poussières (vérification FDS : à charge exploitant)

D- Définitions générales

Point éclair : Température la plus basse d'un liquide à laquelle, dans certaines conditions normalisées, ce liquide libère des vapeurs en quantité telle qu'un mélange vapeur/air inflammable puisse se former (NF-EN 60079-10)

Limite Inférieure d'Inflammabilité (LIE) : Concentration dans l'air de gaz ou vapeurs inflammables, au-dessous de laquelle l'atmosphère gazeuse n'est pas explosive (NF EN 60079-10-1)

Limite Supérieure d'Inflammabilité (LSE) : Concentration dans l'air de gaz ou vapeurs inflammables au-dessus de laquelle l'atmosphère gazeuse n'est pas explosive (NF EN 60079-10)

Température d'Inflammation d'une atmosphère explosive gazeuse : Température la plus basse d'une surface chaude à laquelle, dans des conditions spécifiées, l'inflammation d'une substance inflammable sous la forme d'un mélange de gaz ou de vapeur avec l'air peut se produire (NF EN 60079-10)

Etendue de zone : Distance en tout sens de la source de dégagement au point où le mélange air/gaz a été dilué par l'air à une valeur inférieure à la valeur au-dessous de la limite d'explosivité (NF EN-60079-10)

Emplacement dangereux (gaz) : Emplacement dans lequel une atmosphère explosive gazeuse n'est présente, ou dans lequel on peut s'attendre qu'elle soit présente, en quantité suffisante pour nécessiter des précautions particulières pour la construction, l'installation et l'utilisation de matériel (NF EN-60079-10-1)

Emplacement dangereux (poussières) : Emplacement dans lequel les poussières combustibles sous forme de nuage sont, ou peuvent être présentes en quantité telle qu'il est nécessaire de prendre des précaution particulière de construction et d'utilisation des matériels (NF EN 60079-10-2)

Emplacement non dangereux (gaz) : Emplacement dans lequel on ne s'attend pas à ce qu'une atmosphère explosive gazeuse soit présente en quantité suffisante pour nécessiter des précautions particulières pour la construction, l'installation et l'utilisation de matériel (NF EN 60069-10-1)

Emplacement non dangereux (poussières) : Emplacement dans lequel la présence de poussières combustibles sous forme de nuage n'est pas prévisible en quantité telle qu'elles exigent des précautions spécifiques pour la construction, l'installation et l'utilisation du matériel (NF EN 60079-10-2)

Poussières combustibles : particules fines et solides de taille nominale de 500 µm ou moins, qui peuvent être en suspension dans l'air, qui peuvent se déposer sous l'effet de leur propre poids, brûler ou s'embraser dans l'air et qui peuvent former de mélanges explosifs avec l'air aux températures normales et à la pression atmosphérique (NF EN 60079-10-2)

3 - Classification des zones ATEX

A- Définition des zones

3 zones pour l'ATEX gaz (zones 0, 1, 2) et 3 zones pour ATEX poussières (zones 20, 21, 22) :

Zone 0 ou 20: Emplacement où une ATEX est présente en permanence ou pendant de longues périodes ou fréquemment.

Zone 1 ou 21: Emplacement où une ATEX est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal (installations sont utilisées conformément à leurs paramètres de conception)

Zone 2 ou 22 : Emplacement où une ATEX n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou si elle se présente néanmoins n'est que de courte durée

B- Définition du dégagement potentiel

Continu: Dégagement qui se produit en permanence ou dont on s'attend à ce qu'il se produise pendant de longues périodes. + 1000 heures par an.

Premier: Dégagement dont on peut s'attendre à ce qu'il se produise de façon périodique ou occasionnelle en fonctionnement normal (10 heures < durée annuelle < 1000 heures)

Deuxième : Dégagement dont on ne s'attend pas à ce qu'il se produise en fonctionnement normal et dont il est probable que , s'il se produit, ce sera à une faible fréquence et pour de courtes périodes - moins de 10 heures par an

C- Définition du degré de ventilation (ou du taux de dilution suivant norme édition 2016)

Le degré de ventilation est défini par les termes suivants:

Degré de ventilation fort (ou dilution élevée) : la ventilation permet de réduire la concentration à la source.

Degré de ventilation moyen (ou dilution moyenne) : la ventilation permet de maîtriser la concentration conduisant à une situation stable pendant que le dégagement est en cours.

Degré de ventilation faible (ou dilution faible) : elle ne peut maîtriser la concentration pendant que le dégagement est en cours et ne peut empêcher que l'atmosphère explosive persiste après la fin du dégagement

D- Disponibilité de la ventilation

La disponibilité de la ventilation est définie par les termes suivants :

Bonne : la ventilation existe pratiquement en permanence

Assez bonne : la ventilation est censée être présente pendant le fonctionnement normal. Des interruptions sont permises, pourvu qu'elles se produisent de façon peu fréquente et pendant de courtes périodes

Médiocre : la ventilation ne satisfait pas aux normes de "bonne" ou "assez bonne" ventilation ; toutefois des interruptions prolongées ne pas prévues. Une ventilation dont la disponibilité ne satisfait pas à l'exigence "médiocre" ne doit pas être considérée comme contribuant à la ventilation de l'emplacement, c'est à dire qu'une dilution faible s'applique. Exemple : regard fermé non ventilé

E- Détection gaz

La détection de gaz permet d'apporter une sécurité complémentaire :

- alerte d'un danger (alarme visuelle, sonore, locale, supervision...)
- pilotage d'actions de mise en sécurité (coupure énergie électrique, pilotage équipement de sécurité...)

E- Outils de zonage proposé

Nous proposons d'utiliser la matrice ci-dessous, proposé par la norme NF EN 60079-10-1 version mai 2016 pour les zones comprenant des sources de dégagement.

Le Tableau D.1 peut être utilisé pour estimer le type de zone pour des emplacements intérieurs et des espaces ouverts.

Tableau D.1 – Zones correspondant au degré de dégagement et efficacité de la ventilation

Degré de dégagement	Efficacité de la ventilation						
	Dilution élevée			Dilution moyenne			Dilution faible
	Disponibilité de la ventilation						
	Bonne	Assez bonne	Médiocre	Bonne	Assez bonne	Médiocre	Bonne, assez bonne ou médiocre
Continu	Non dangereuse (Zone 0 EN) ^a	Zone 2 (Zone 0 EN) ^a	Zone 1 (Zone 0 EN) ^a	Zone 0	Zone 0 + Zone 2	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
Primaire	Non dangereuse (Zone 1 EN) ^a	Zone 2 (Zone 1 EN) ^a	Zone 2 (Zone 1 EN) ^a	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 ou zone 0 ^c
Secondaire^b	Non dangereuse (Zone 2 EN) ^a	Non dangereuse (Zone 2 EN) ^a	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 1 et même Zone 0 ^c

^a Zone 0 EN, Zone 1 EN ou Zone 2 EN indique une zone théorique dont l'étendue est négligeable dans les conditions normales.

^b L'emplacement en Zone 2 créé par un degré « dégagement secondaire » peut dépasser celui correspondant à un degré « dégagement primaire » ou à un degré « dégagement continu », auquel cas, il convient de prendre la plus grande distance.

^c correspond à la Zone 0 si la ventilation est très faible et le dégagement tel qu'en pratique une atmosphère explosive gazeuse est présente de façon pratiquement permanente (c'est-à-dire que la situation est proche d'une situation d'absence de ventilation).

Le signe "+" signifie "entouré par".

La disponibilité de la ventilation dans des espaces clos à ventilation naturelle ne doit jamais être considérée comme étant bonne.

Pour les ouvertures et communications entre zones :

Tableau B.2 – Effet des zones dangereuses sur les ouvertures comme sources possibles de dégagement

Zone en amont de l'ouverture	Type d'ouverture	Degré de dégagement des ouvertures considérées comme des sources de dégagement
Zone 0	A	Continu
	B	(Continu)/primaire
	C	Secondaire
	D	Secondaire/pas de dégagement
Zone 1	A	Primaire
	B	(Primaire)/secondaire
	C	(Secondaire)/pas de dégagement
	D	Pas de dégagement
Zone 2	A	Secondaire
	B	(Secondaire)/pas de dégagement
	C	Pas de dégagement
	D	Pas de dégagement

Pour les degrés de dégagement entre parenthèses, il convient de prendre en considération dans la conception la fréquence de fonctionnement des ouvertures.

B.8.2 Ouvertures considérées comme sources de dégagement possibles

Il convient de considérer les ouvertures existant entre les emplacements comme des sources de dégagement possibles. Le degré de dégagement dépend:

- du type de zone de l'emplacement contigu à l'emplacement étudié,
- de la fréquence et de la durée des périodes où il y a ouverture,
- de l'efficacité des garnitures d'étanchéité,
- de la différence de pression entre les emplacements concernés.

B.8.3 Classement des ouvertures

Pour les besoins de cette évaluation, les ouvertures sont classées A, B, C et D avec les caractéristiques suivantes:

Type A

Ouvertures ne satisfaisant pas aux caractéristiques fixées pour les types B, C ou D. Par exemple:

- les passages ouverts prévus pour l'accès ou les services publics (les conduits ou tuyauteries à travers les murs, les plafonds et planchers, par exemple);
- les ouvertures qui sont fréquemment ouvertes;
- les orifices de ventilation fixes existant dans des pièces, des bâtiments et ouvertures analogues.

Type B

Ouvertures qui sont normalement fermées (à fermeture automatique, par exemple), rarement ouvertes et à ajustement serré.

Type C

Ouvertures qui sont normalement fermées (à fermeture automatique, par exemple), rarement ouvertes et équipées de dispositifs d'étanchéité (un joint, par exemple) sur tout leur périmètre ou deux ouvertures de type B en série, équipées de dispositifs de fermeture automatique indépendants.

Type D

Ouvertures effectivement étanches (passages techniques, par exemple) ou les ouvertures généralement fermées satisfaisant au type C qui peuvent être uniquement ouvertes par des moyens particuliers ou en cas d'urgence ou une combinaison d'une ouverture de type C adjacente à un emplacement dangereux et d'une ouverture de type B en série.

Le Tableau B.2 présente les effets des ouvertures sur le degré de dégagement lorsqu'une zone dangereuse a été placée en amont de ces ouvertures.

Détermination du degré de dégagement

En aval de la digestion, le degré de dégagement de l'effluent est considéré comme continu. En effet, l'arrêt de l'activité méthanogène n'est pas garanti malgré l'aération et la baisse de température des boues en sortie de digestion.

Pour les équipements dont la fonction est la mise à l'atmosphère du biogaz (soupape, évent...), le degré de dégagement est considéré comme secondaire.

Pour tous les réseaux et équipements véhiculant du biogaz et susceptibles de présenter des fuites accidentelles (brides...), le degré de dégagement est considéré comme secondaire si aucune vérification périodique (serrage, étanchéité) et renouvellement (joint par exemple) ne fait partie d'un plan d'entretien.

Pour les poussières, un "dégagement continu" est un dégagement qui est supposé apparaître fréquemment ou pendant de longues périodes.

Un dégagement primaire est périodique ou occasionnel, prévisible en fonctionnement normal.

Un dégagement secondaire est non prévisible en fonctionnement normal et si il se produit néanmoins, la probabilité est faible et pendant une courte durée.

Détermination du degré de ventilation (ou taux de dilution)

La ventilation des ouvrages confinée est dimensionnée pour garantir une concentration moyenne de CH₄ ou H₂ < 25% LIE. Le débit de gaz surfacique étant faible et le gaz léger, ce niveau de ventilation est considéré comme suffisant pour assurer une efficacité de ventilation d'un degré fort (ou une dilution élevée) au sens de la norme. Cela permet de déclasser le niveau de risque généré par le degré de dégagement de la source, conformément à la démarche décrite dans le guide professionnel de l'INERIS. Cf. extrait ci-dessous

Règle de l'art concernant la dilution :

Etre en deçà de la LIE du méthane qui est de 5% dans l'air (CH₄ représentant en général moins de 50% du biogaz pauvre émis) : dans la plupart des cas une dilution de 20 est suffisante pour sortir du risque d'explosion même en partant de méthane pur.

Lorsque le débit de gaz explosible est connu, il est possible, en fonction de la sûreté de fonctionnement de la ventilation, de déclasser la zone 1 en zone 2 (ventilation permettant en fonctionnement normal de passer en dessous de la LIE) ou en zone non classée si la ventilation est en plus secourue par une ventilation annexe, et sur le secours électrique...).

Il est par ailleurs rappelé que CH₄, à la différence d'H₂S, est pratiquement insoluble dans l'eau, qu'il n'est donc pas susceptible d'être relargué par stripping ; la seule possibilité de relargage massif est donc liée à une production biologique anaérobie selon une cinétique lente (un stockage court de quelques jours n'a pas le temps d'enclencher massivement la méthanogénèse).

La position des détecteurs de méthane et des piquages de ventilation doit tenir compte de la densité du biogaz considéré par rapport à l'air.

Sauf cas particulier, la ventilation atmosphérique est considérée de degré moyen (dilution moyenne).

Par construction, les zones de degré de ventilation faible sont exclues.

Détermination de la disponibilité de la ventilation

Dans le cas des ouvrages de méthanisation de la STEP d'Avignon La Courtine :

Une disponibilité "bonne" sera considérée dans les configurations minimales suivantes :

- 1 ventilateur + 1 secours installé
- 1 ventilateur + plan d'entretien et de maintenance préventive + report de défaut et d'alarme d'arrêt de ventilation en supervision et astreinte.

Le secours sur GE n'est pas requis car l'alimentation électrique EDF est considérée suffisamment fiable.

Une disponibilité "assez bonne" sera considérée dans les configuration minimales suivantes :

- ventilation naturelle en extérieur
- 1 ventilateur + report de défaut en supervision

Les cas de disponibilité "faible" sont écartés

ANNEXE 2 : Tableaux de synthèse du zonage ATEX - AMONT DIGESTION

Rev	N°	Désignation	Source de dégagement	Commentaires / Emplacement	Produit en présence susceptible de présenter un risque ATEX						Risque identifié		Degré de dégagement	Ventilation			Emplacement dangereux			Caractéristiques Ex		Préconisations, protections mises en place
					Produit	Pression	T°C	Etat	Point d'éclair (°C)	Température d'auto-inflammation (°C)	G	P		Type	Degré dilution	Disponibilité	type de zone	étendue de la zone (m)		Groupe de matériel	Classe de température	
																		Verticale	Horizontale			
A	1	Réception des boues extérieures pâteuses	Ciel gazeux	Bâtiment.	Hydrogène	Atm	Amb	Gaz	NA	500	Oui	non	Secondaire	mécanique	élévé	bonne	Non dangereuse (Zone 2 EN)	Etendue négligeable	Etendue négligeable	-	-	Boue biologique issue d'aération prolongée sans décantatin primaire. Temps de séjour inférieur à 48 heures, en mode accidentel on peut dépasser 72 heures, ce qui peut entraîner un dégagement secondaire d'hydrogène (hydrolyse). Ventilation permettant de garantir moins de 25% de la LIE.
A	2		Trappes	Type d'ouverture type B car pas de joint d'étanchéité	Hydrogène	Atm	Amb	Gaz	NA	500	Oui	non	Pas de dégagement car zone non dangereuse en amont	naturelle	moyen	bonne	Non dangereuse	NA	NA	-	-	
A	3		Réseau de ventilation	Intérieur	Hydrogène	Atm	Amb	Gaz	NA	500	Oui	non	Pas de dégagement car zone non dangereuse en amont	mécanique	élévé	bonne	Non dangereuse	NA	NA	-	-	
A	9	Poste toutes eaux des sous produits	Ciel gazeux	Extérieur.	Hydrogène	Atm	Amb	Gaz	NA	500	Oui	non	Pas de dégagement	mécanique	élévé	bonne	Non dangereuse	NA	NA	-	-	Pas de dégagement car en communication des zones non dangereuse (Zone 2 EN) via les trop pleins.
A	10		Trappes	Type d'ouverture type B car pas de joint d'étanchéité	Hydrogène	Atm	Amb	Gaz	NA	500	Oui	non	Pas de dégagement	naturelle	moyen	bonne	Non dangereuse	NA	NA	-	-	
A	11		Réseau de ventilation	Intérieur	Hydrogène	Atm	Amb	Gaz	NA	500	Oui	non	Pas de dégagement	mécanique	élévé	bonne	Non dangereuse	NA	NA	-	-	
A	12	Bâche à boues épaissies	Ciel gazeux	Bâtiment.	Hydrogène	Atm	Amb	Gaz	NA	500	Oui	non	Secondaire	mécanique voir préconisations	élévé voir préconisations	bonne voir préconisations	Non dangereuse (Zone 2 EN)	Etendue négligeable	Etendue négligeable	-	-	Temps de séjour inférieur à 48 heures, en mode accidentel on peut dépasser 72 heures, ce qui peut entraîner un dégagement secondaire d'hydrogène (hydrolyse). Avec une capacité de stockage de 220m3 et en première approche, le débit de ventilation minimum à assurer pour déclasser la zone serait d'environ 800m3/h (cible 25% LIE) L'ouvrage étant existant et aucun travaux n'y étant prévu, l'exploitant doit vérifier le débit de la ventilation et sa fiabilité (secours mécanique et électrique)
A	13		Trappes	Type d'ouverture type B car pas de joint d'étanchéité	Hydrogène	Atm	Amb	Gaz	NA	500	Oui	non	Pas de dégagement car zone non dangereuse en amont	naturelle	moyen	bonne	Non dangereuse	NA	NA	-	-	
A	14		Réseau de ventilation	Intérieur	Hydrogène	Atm	Amb	Gaz	NA	500	Oui	non	Pas de dégagement car zone non dangereuse en amont	mécanique	élévé	bonne	Non dangereuse	NA	NA	-	-	
A	15	Bâche d'homogénéisation	Ciel gazeux	En extérieur	Hydrogène	Atm	Amb	Gaz	NA	500	Oui	non	Secondaire	mécanique	élévé	bonne	Non dangereuse (Zone 2 EN)	Etendue négligeable	Etendue négligeable	-	-	Temps de séjour inférieur à 48 heures, en mode accidentel on peut atteindre 72 heures, ce qui peut entraîner un dégagement secondaire de l'hydrogène (hydrolyse). Ventilation permettant de garantir moins de 25% de la LIE (environ 700m3/h)
A	16		Trappes	Type d'ouverture type B car pas de joint d'étanchéité	Hydrogène	Atm	Amb	Gaz	NA	500	Oui	non	Pas de dégagement car zone non dangereuse en amont	naturelle	moyen	bonne	Non dangereuse	NA	NA	-	-	
A	17		Réseau de ventilation	Intérieur	Hydrogène	Atm	Amb	Gaz	NA	500	Oui	non	Pas de dégagement car zone non dangereuse en amont	mécanique	élévé	bonne	Non dangereuse	NA	NA	-	-	

* La température maximale de surface d'un appareil utilisé en zones ATEX 0 ou 1 doit être inférieure à 80 % de la température d'auto inflammation des gaz ou vapeurs explosifs / inflammables présents, suivant la Norme NF EN 1127 -1 (octobre 2011).

ANNEXE 2 : Tableaux de synthèse du zonage ATEX - FILE BOUES

Rev	N°	Désignation	Source de dégagement	Commentaires / Emplacement	Produit en présence susceptible de présenter un risque ATEX							Risque identifié		Degré de dégagement	Ventilation			Emplacement dangereux		Caractéristiques Ex		Préconisations, protections mises en place			
					Produit	Pression	T°C	Etat	Point d'éclair (°C)	Température d'auto-inflammation (°C)	G	P	type		degré dilution	disponibilité	type de zone	étendue de la zone (m)		Groupe de matériel	Classe de température				
																		Verticale	Horizontale						
A	50	Digesteur	Digesteur (ciel gazeux)	En fonctionnement normal, le ciel gazeux contient 100% de biogaz (concentration >> LSE du méthane). Le risque provient de l'oxygène qui pourrait pénétrer à l'intérieur du digesteur, lors des phases d'arrêt ou en cas de vidange accidentelle de l'ouvrage.								oui	non	Secondaire (situation accidentelle lors des phases d'arrêt)	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Ensemble du ciel gazeux	Ensemble du ciel gazeux	IIA	T1	Procédure d'inertage à l'azote lors des phases de démarrage et de vidange du digesteur.		
A	51		Digesteur (vasque d'entrée)	Une extraction d'air est calculée pour maintenir une concentration en CH4 < 25% de la LIE, en considérant un taux de dégagement de 40 L/m3/h de boue (valeur conservative).								oui	non	Continu	meccanique	élevé	bonne	Zone 2	Ensemble du ciel gazeux	Ensemble du ciel gazeux	IIA	T1	La ventilation prévue permettrait de considérer une zone non dangereuse (0 EN "étendue négligeable"). Nous préconisons néanmoins une zone 2 de manière conservative (dégagement certain de gaz en continu). La présence d'un détecteur de CH4 sur le collecteur commun d'extraction de l'air vicié de la bache permet de vérifier que la quantité de CH4 < 25% LIE est assurée. Le ventilateur ATEX permet et garantit l'absence de risque ATEX sur les lignes vers désodo.		
A	52		Digesteur (vasque de sortie)	Une extraction d'air est calculée pour maintenir une concentration en CH4 < 25% de la LIE, en considérant un taux de dégagement de 40 L/m3/h de boue (valeur conservative).								oui	non	Continu	meccanique	élevé	bonne	Zone 2	Ensemble du ciel gazeux	Ensemble du ciel gazeux	IIA	T1	La ventilation prévue permettrait de considérer une zone non dangereuse (0 EN "étendue négligeable"). Nous préconisons néanmoins une zone 2 de manière conservative (dégagement certain de gaz en continu). La présence d'un détecteur de CH4 sur le collecteur commun d'extraction de l'air vicié de la bache permet de vérifier que la quantité de CH4 < 25% LIE est assurée. Le ventilateur ATEX permet et garantit l'absence de risque ATEX sur les lignes vers désodo.		
A	53		Digesteur (sous niveau liquide)	En fonctionnement normal, le digesteur fonctionne à niveau liquide constant. Le risque provient de l'oxygène qui pourrait pénétrer à l'intérieur du digesteur pendant une phase de vidange programmée ou accidentelle de l'ouvrage.								oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Partie intérieure (en boues) du digesteur	Partie intérieure (en boues) du digesteur	IIA	T1	Procédure d'inertage à l'azote lors des phases de démarrage et de vidange du digesteur.		
A	54		Soupape digesteur	Mise à l'atmosphère du biogaz produit.		biogaz	30 mbar	38°C	Gaz	NA	530	oui	non	Primaire (phase de mise en service)	naturelle	moyen	bonne	Zone 1	Sphère de rayon 3 m (Zone 1) centrée sur le débouché des soupapes + sphère de rayon 5 m (Zone 2)	Sphère de rayon 3 m (Zone 1) centrée sur le débouché des soupapes + sphère de rayon 5 m (Zone 2)	IIA	T2*	Degré de dégagement primaire lors des phases de démarrage sinon l'ouverture est accidentelle (car ouverture de la soupape de la garde hydraulique du gazomètre en premier).		
A	55		Evénements gardes hydrauliques (agitateur)	Perte de garde hydraulique et dégagement de biogaz au niveau de ces événements								oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère de rayon 3 m centrée sur les événements	Sphère de rayon 3 m centrée sur les événements	IIA	T1	degré de dégagement secondaire car ouverture accidentelle (ouverture de la soupape de la garde hydraulique du gazomètre en premier). Apport d'eau régulier prévu en exploitation.		
A	56		Bride agitateur du digesteur	Fuite au niveau de l'étanchéité								oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère de rayon 1 m centrée sur le centre de la bride	Sphère de rayon 1 m centrée sur le centre de la bride	IIA	T1			
D	57		Trou d'homme sur le toit du digesteur	Fuite au niveau de l'étanchéité								oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère de rayon 1 m centrée sur le centre de la bride	Sphère de rayon 1 m centrée sur le centre de la bride	IIA	T1			
A	58		Trappes des vasques	Ouverture type B car pas de joint d'étanchéité Vasque en dépression permanente								oui	non	Pas de dégagement	naturelle	moyen	bonne	Non dangereuse							Par précaution, aucun équipement non compatible avec un mode de protection 3G ne sera implanté à moins de 1 m des trappes
A	59		Entrées d'air vasques	Ouverture type A Vasque en dépression permanente								oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère 1 m autour des entrées d'air	Sphère 1 m autour des entrées d'air	IIA	T1			
A	60	Brides sur ligne biogaz	Fuite au niveau des brides de la ligne biogaz								oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère de rayon 1 m centrée sur chaque bride	Sphère de rayon 1 m centrée sur chaque bride	IIA	T1				
A	62	Bâches à boues digérées 2 ouvrages concernés dont 1 existant réhabilité sont traités de la même façon comme suit =>	Bâche des boues digérées 1ère situation de fonctionnement	Temps de séjour des boues digérées exclusivement : 24 heures au débit nominal, 48 heures au maximum. Stockage ventilé mécaniquement vers désodorisation Taux de dégagement considéré de 4L de CH4 / m3 de boues stockées		biogaz	Atm	38°C	gaz	NA	530	oui	non	Continu	mécanique	élevé	bonne	Zone 2	Ensemble du ciel gazeux	Ensemble du ciel gazeux	IIA	T1	Avec une capacité de stockage de 200m3 et en première approche, le débit de ventilation minimum à assurer pour déclasser le ciel gazeux de la bab boues digérées existante de 200m3 serait d'environ 800m3/h (cible 25% LIE) L'ouvrage étant existant et aucun travaux n'y étant prévu, l'exploitant doit vérifier le débit de la ventilation et sa fiabilité (secours mécanique et électrique) La ventilation mécanique permettrait de considérer une zone non dangereuse (0 EN "étendue négligeable"). Nous préconisons néanmoins une zone 2 de manière conservative (dégagement certain de gaz en continu).		
A	63		Bâche des boues digérées 2ème situation de fonctionnement	Temps de séjour d'un mélange de boues fraîches et digérées : 24 heures au débit nominal, 48 heures au maximum. Stockage ventilé mécaniquement vers désodorisation Taux de dégagement considéré de 40L de CH4 / m3 de boues stockées Ce mode de fonctionnement devra être réservé aux phases de montée en charge du digesteur.		biogaz	Atm	38°C	gaz	NA	530	oui	non	Primaire	mécanique	élevé	bonne	Zone 2	Ensemble du ciel gazeux	Ensemble du ciel gazeux	IIA	T1	La présence d'un détecteur de CH4 sur le collecteur commun d'extraction de l'air vicié de la bache permet de vérifier que la quantité de CH4 < 25% LIE est assurée. Le ventilateur ATEX permet et garantit l'absence de risque ATEX sur les lignes vers désodo.		
A	64		Trappes de visite	Ouverture type B car pas de joint d'étanchéité Bâche en dépression permanente			biogaz	Atm	38°C	gaz	NA	530	oui	non	Pas de dégagement	naturelle	moyen	bonne	Non dangereuse	NA	NA	-	-	Par précaution, aucun équipement non compatible avec un mode de protection 3G ne sera implanté à moins de 1 m des trappes	
A	65		Entrée d'air des bâches à boues digérées	Ouverture type A Bâche en dépression permanente			biogaz	Atm	38°C	gaz	NA	530	oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère 1 m autour des entrées d'air	Sphère 1 m autour des entrées d'air	IIA	T1		
A	66	Silos de stockage des boues déshydratées existant	Emission de biogaz suite à un brassage de la boue	Le taux de CH4 est estimé à 28 L/m3/h de boues déshydratées.		biogaz	Atm	Amb	Gaz	NA	530	oui	non	Continu	mécanique	élevé	bonne	Zone 2	Ensemble du ciel gazeux jusqu'à 50cm au dessus de l'extracteur à cadre	Ensemble du ciel gazeux	IIA	T2*	Avec une capacité de stockage de 200m3 et en première approche, le débit de ventilation minimum à assurer pour déclasser la zone serait d'environ 600m3/h (cible 25% LIE) L'ouvrage étant existant et aucun travaux n'y étant prévu, l'exploitant doit vérifier le débit de la ventilation et sa fiabilité (secours mécanique et électrique) La ventilation mécanique permettrait de considérer une zone non dangereuse (0 EN "étendue négligeable"). Nous préconisons néanmoins une zone 2 de manière conservative (dégagement certain de gaz en continu). La présence d'un détecteur de CH4 sur le collecteur commun d'extraction de l'air vicié de la bache permet de vérifier que la quantité de CH4 < 25% LIE est assurée. Le ventilateur ATEX permet et garantit l'absence de risque ATEX sur les lignes vers désodo.		
B	66 bis		Emission de biogaz suite à un brassage de la boue	Opération de vidange du silo pour entretien de l'extracteur à cadre			biogaz	Atm	Amb	Gaz	NA	530	oui	non	Secondaire	mécanique	élevé	bonne	Non dangereuse (Zone 2 EN)	Fond du silo - 50cm au dessus de l'extracteur à cadre		-	-		
A	67	Trappes de visite	Ouverture type B car pas de joint d'étanchéité Site en dépression permanente			biogaz	Atm	38°C	gaz	NA	530	oui	non	Pas de dégagement	naturelle	moyen	bonne	Non dangereuse						Par précaution, aucun équipement non compatible avec un mode de protection 3G ne sera implanté à moins de 1 m des trappes	
A	68	Entrée d'air de la bache à boues déshydratées	Ouverture type A Site en dépression permanente			biogaz	Atm	38°C	gaz	NA	530	oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère 1 m autour des entrées d'air	Sphère 1 m autour des entrées d'air	IIA	T1			
A	69	Réseaux de ventilation des vasques digesteur, bâches à boues digérées et silo de boues déshydratées	Entre les ciels gazeux zone 2 et les registres automatiques ATEX (vasques, bâches à boues digérées, silo boues déshydratées)			biogaz	30	38°C	Gaz	NA	530	oui	non	Secondaire	mécanique	élevé	bonne	Zone 2	Intérieur réseau de ventilation	Intérieur réseau de ventilation	IIA	T1	De manière conservative les équipements et le réseau entre la vasque et l'atmosphère seront compatibles avec un mode de protection 3G.		
A	70		Réseau vers registres automatiques ATEX vers désodorisation			biogaz	30	38°C	Gaz	NA	530	oui	non	Secondaire	mécanique	élevé	bonne	Non dangereuse (Zone 2 EN)	Etendue négligeable	Etendue négligeable	-	-	Compte tenu des précautions prises en amont, l'antenne vers la désodo est considérée non dangereuse.		
A	71		Réseau vers atmosphère via ventilateur atex			biogaz	30	38°C	Gaz	NA	530	oui	non	Secondaire	mécanique	élevé	bonne	Zone 2	Intérieur réseau de ventilation	Intérieur réseau de ventilation	IIA	T1			
A	72		Rejet ventilateur ATEX			biogaz	30	38°C	Gaz	NA	530	oui	non	Secondaire	mécanique	élevé	bonne	Zone 2	Sphère de rayon 3 m centrée sur le rejet	Sphère de rayon 3 m centrée sur le rejet	IIA	T1			
B	73	Bennes à boues	Emission de biogaz suite à un brassage de la boue	Bennes couvertes		biogaz	Atm	Amb	Gaz	NA	530	oui	non	Continu	naturelle	élevé	bonne	Non dangereuse (Zone 0 EN)	Etendue négligeable	Etendue négligeable	-	-	Si des bennes couvertes devaient être mise en place, une ventilation mécanique devra être assurée pour garantir un taux de CH4<10% de la LIE et conserver le type de zone proposé. En considérant un taux de dégagement de 28L/h de CH4 par m3 de boues, une extraction d'air de 100Nm3/h serait suffisante pour une benne de 15m3 par exemple.		

C	74	Stockag et réseau fioul	Ciel gazeux de la cuve et environnement	Réservoir journalier intégré au châssis du groupe électrogène	fioul domestique	Atm	Amb	Gaz	> 55°C	250	oui	non	Voir commentaire	NA	NA	NA	Non dangereuse (voir commentaire)	NA	NA	-	-	Point éclair > 55°C, produit considéré combustible. Température ambiante maximum 40°C Point éclair > T°C ambiante donc pas de risque de formation d'atmosphère explosible.
---	----	-------------------------	---	---	------------------	-----	-----	-----	--------	-----	-----	-----	------------------	----	----	----	-----------------------------------	----	----	---	---	---

* La température maximale de surface d'un appareil utilisé en zones ATEX 0 ou 1 doit être inférieure à 80 % de la température d'auto inflammation des gaz ou vapeurs explosifs / inflammables présents, suivant la Norme NF EN 1127 -1 (octobre 2011).

OTV NT B 1000 révision D du 09/04/2021

ANNEXE 2 : Tableaux de synthèse du zonage ATEX - FILE GAZ

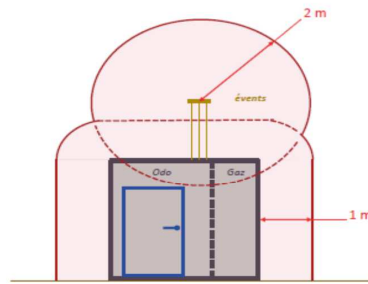
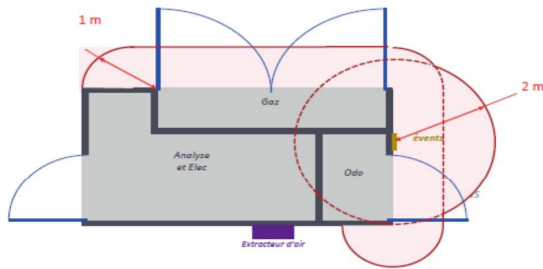
Rev	N°	Désignation	Source de dégagement	Commentaires / Emplacement	Produit en présence susceptible de présenter un risque ATEX						Risque identifié		Degré de dégagement	Ventilation			Emplacement dangereux		Caractéristiques Ex		Préconisations, protections mises en places		
					Produit	Pression	T°C	Etat	Point d'éclair (°C)	Température d'auto-inflammation (°C)	G	D		type	degré dilution	disponibilité	type de zone	étendue de la zone (m)		Groupe de matériel		Classe de température	
																		Verticale	Horizontale				
A	100	Gazomètre	Gazomètre	Dans le cas d'une défaillance de la double membrane (dépression), risque d'entrée d'air dans le gazomètre générant une zone ATEX dans le gazomètre.	biogaz	25 mbar	38°C	gaz	NA	530	oui	non	Secondaire	/	/	/	Zone 2	Intérieur du gazomètre Intérieur de la double paroi	Intérieur du gazomètre Intérieur de la double paroi	IIA	T1	Réservoir en surpression par (1+1) ventilateur ATEX. Détecteur de CH4 à la sortie du registre de régulation avec déclenchement d'une alarme visuelle et sonore sur détection d'un seuil haut de CH4.	
D	101		Piquage éventuel (sonde de niveau, soufflage d'air)	Fuite sur un piquage dans la double enveloppe							oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère de rayon 1 m centrée sur le trou d'homme	Sphère de rayon 1 m centrée sur le trou d'homme	IIA	T1		
A	102		Registre de régulation d'air	Fuite de biogaz dans l'inter paroi et rejet de biogaz au niveau du registre de régulation d'air							oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère de rayon 3 m centrée sur le registre d'air	Sphère de rayon 3 m centrée sur le registre d'air	IIA	T1		
D	103		Trou d'homme	Fuite sur le trou d'homme dans la double enveloppe							oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère de rayon 1 m centrée sur le trou d'homme	Sphère de rayon 1 m centrée sur le trou d'homme	IIA	T1		
C	104		Soupape hydraulique	Dégagement de biogaz par la soupape en cas de surpression dans le gazomètre C'est l'organe de sécurité surpression dont la pression d'ouverture est la plus faible sur le réseau.							oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère de rayon 3 m centrée sur le débouché de la soupape hydraulique	Sphère de rayon 3 m centrée sur le débouché de la soupape hydraulique	IIA	T1		Une détection de niveau est prévue au niveau de la garde hydraulique permettant de détecter la perte de niveau déclenchant sur seuil haut et bas une alarme sonore et visuelle. NOTA : les soupapes du digesteur s'ouvrent avant la garde hydraulique du gazomètre
A	105	Canalisation biogaz	Brides	Fuite au niveau des brides de la ligne biogaz (ouverture de dégagement étendue sans défaillance sévère car pression << PN10)	biogaz	25 mbar – 300 mbar	38°C	gaz	NA	530	oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère de rayon 1 m centrée sur chaque bride	Sphère de rayon 1 m centrée sur chaque bride	IIA	T1		
A	106	Torchère	Brides	Fuite au niveau des brides de la panoplie d'alimentation de ligne biogaz (ouverture de dégagement étendue sans défaillance sévère car pression << PN10)	biogaz	25 mbar	38°C	gaz	NA	530	oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère de rayon 1 m centrée sur chaque bride	Sphère de rayon 1 m centrée sur chaque bride	IIA	T1	Mise en place d'un arrête flamme sur la ligne biogaz en amont de la torchère. Une zone d'exclusion de 10m de rayon autour du point de rejet de la torchère ne doit accueillir aucun équipement autre que ceux nécessaires au fonctionnement de la torchère.	
A	107	Pot de purge	Evacuation eau du pot de purge Brides du pot de purge	Pot de purge : risque de fuite sur bride	biogaz	30 mbar	38°C	gaz	NA	530	oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Zone de 1 m autour de l'équipement et des brides	Zone de 1 m autour de l'équipement et des brides	IIA	T1	Mise en place d'un détecteur H2S à l'intérieur du pot de purge permettant d'alerter de la présence anormale de gaz. Consignes et procédures d'exploitation (vérification de l'absence de risque, port du détecteur CH4, pas d'intervention de personnel isolé...)	
A	108		Event du pot de purge	Sortie pot de purge	biogaz	30 mbar	38°C	gaz	NA	530	oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère de rayon 3 m autour de l'évent	Sphère de rayon 3 m autour de l'évent	IIA	T1		
A	109	Equipements du prétraitement et purification du biogaz	Soupapes, brides, piquages instrumentation Purge, Garde hydraulique	Cf étude et proposition de zonage du fournisseur de l'installation	Biogaz		Amb	gaz	NA	530	oui	non											Voir zonage spécifique BIOTHANE (zone 2 pour partie du container recevant les membranes, autour des équipements et des brides, rejet cheminée...)
A	110	Réseau > 1 bar entre unité de traitement et local GRDF	Vannes, brides et raccords de canalisations		Biométhane	8 bar	Amb	gaz	NA	530	oui	non	Secondaire	naturelle	moyen	bonne	Zone 2	Sphère de rayon 3 m autour des brides	Sphère de rayon 3 m autour des brides	IIA	T1		
A	111	Local GRDF			Cf étude GRDF (voir annexe)																		

* La température maximale de surface d'un appareil utilisé en zones ATEX 0 ou 1 doit être inférieure à 80 % de la température d'auto inflammation des gaz ou vapeurs explosifs / inflammables présents, suivant la Norme NF EN 1127 –1 (octobre 2011).

Annexe : proposition de zonage ATEX GRDF



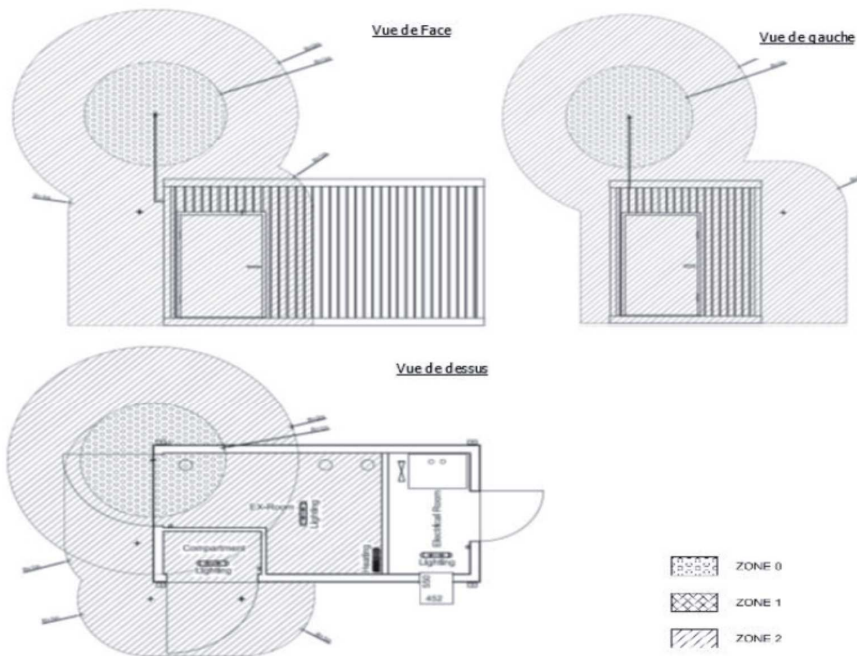
GRDF spécifie les zones ATEX



- Le rayon de la zone autour des événements est de 2m.
- Le rayon de la zone autour des portes est de 1m.
- Cela permet au poste d'être placé à 1 m de limite de propriété sur la face Sud.
- Le marquage des zones ATEX est de la responsabilité du producteur.

Points à contrôler	Détails	Conforme		
Zone ATEX station biométhane	Identification zone ATEX du local odorigestion	Oui	Non	NA
	Identification zone ATEX du local gaz	Oui	Non	NA
	Identification de l'emplacement des événements	Oui	Non	NA
	Pes de zone ATEX producteur côté local électrique	Oui	Non	NA
Sous-total				

GRDF spécifie les zones ATEX



Annexe 2 : Analyse du risque foudre et étude technique, 1G Group (2019)



1G GROUP SAS

Centre d'affaires Le 15

50 rue Ernest Renan - 69120 VAULX EN VELIN

Tél : 04 28 29 64 58 - 07 64 41 71 07

contact@1g-foudre.com

www.1g-foudre.com



ANALYSE DU RISQUE Foudre

Construction d'une unité de méthanisation sur la station d'épuration « de Courtine »

AVIGNON (84)

<u>Adresse de l'établissement :</u> STATION D'EPURATION « DE COURTINE » CHEMIN DE COURTINE 84000 AVIGNON	<u>Commanditaire de l'étude :</u> OTV Sud Afrique Les Docks Atrium 10.3 10 Place de la Joliette BP 73314 13567 MARSEILLE Cedex 02
<u>Date de l'intervention :</u>	21 juin 2019
<u>Rédigé par :</u>	Mohamed HADDACHE Chargé d'Affaires 07 67 38 72 26 m.haddache@1g-foudre.com 
<u>Validé par :</u>	Youssef HADDACHE Président – Directeur Technique 07 61 41 71 07 y.haddache@1g-foudre.com 

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
16/01/2019	A	Première diffusion

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
Le seul rapport faisant foi est le rapport envoyé par **1G Foudre**.

ABREVIATIONS

ARF	Analyse du Risque Foudre
ATEX	Atmosphère Explosive
BT	Basse Tension
CEM	Compatibilité ElectroMagnétique
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ET	Etude Technique
HT	Haute tension
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IEMF	Impulsion électromagnétique foudre
IEPF	Installation Extérieure de Protection contre la Foudre
IIPF	Installation Intérieure de Protection contre la Foudre
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des Risques
MALT	Mise A La Terre
MMR	Mesures de la Maîtrise du Risque
NPF	Niveau de Protection contre la Foudre
PDA	Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage
PDT	Prise De Terre
SPF	Système de Protection Foudre
TGBT	Tableau Général Basse Tension
ZPF	Zone de Protection Foudre

SOMMAIRE

CHAPITRE 1	SYNTHESE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	7
CHAPITRE 2	GENERALITES SUR LA MISSION	9
2.1	PRESENTATION DE LA MISSION	9
2.2	PERIMETRE D'APPLICATION DE L'ARF	9
2.3	REFERENCES REGLEMENTAIRES ET NORMATIVES	10
2.4	BASE DOCUMENTAIRE	12
2.5	LOGICIEL DE CALCUL	13
CHAPITRE 3	METHOLOGIE D'EVALUATION DU RISQUE Foudre	14
3.1	OBJECTIF DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	14
3.2	PROCEDURE D'EVALUATION DU RISQUE Foudre SELON LA NF EN 62305-2	14
3.3	IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE	15
3.4	IDENTIFICATION DES TYPES DE PERTE	15
3.5	DEFINITION DES RISQUES A EVALUER	15
3.6	CALCUL DES RISQUES R1	16
3.7	DEFINITION DU RISQUE TOLERABLE	17
3.8	REDUCTION DU RISQUE	17
3.9	PRINCIPAUX PARAMETRES PRIS EN COMPTE DANS L'ARF	17
CHAPITRE 4	PRESENTATION GENERALE DU PROJET	18
4.1	ADRESSE DU PROJET	18
4.2	PRESENTATION GENERALE DU PROJET	18
4.3	LISTE DES RUBRIQUES ICPE	20
4.4	DENSITE DE FoudROIEMENT	21
4.5	NATURE DU SOL - RESISTIVITE	21
4.6	POTENTIELS DE DANGERS	22
4.7	EVENEMENTS REDOUTES	22
4.8	ZONAGE ATEX	23
4.9	LISTE DES EQUIPEMENTS DE SECURITE	24
4.10	MOYENS D'INTERVENTION ET DE SECOURS DU SITE	24
4.11	SERVICES ET CANALISATIONS	24
4.12	INSTALLATIONS DE PROTECTION Foudre EXISTANTES	25
4.12.1	PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS	25
4.12.2	PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS	25
CHAPITRE 5	INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE POUR L'ARF	27
CHAPITRE 6	CALCUL PROBABILISTE : BATIMENT TRAITEMENT DES BOUES	29
6.1	DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE	29
6.2	CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS	29
6.3	DEFINITION DES ZONES	30
6.4	PRESENTATION DES RESULTATS	31

CHAPITRE 7	CALCUL PROBABILISTE : DECANTEURS	32
7.1	DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE	32
7.2	CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS	32
7.3	DEFINITION DES ZONES	33
7.4	PRESENTATION DES RESULTATS	34
CHAPITRE 8	CALCUL PROBABILISTE : BASSIN CLARIFICATEURS	35
8.1	DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE	35
8.2	CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS	35
8.3	DEFINITION DES ZONES	36
8.4	PRESENTATION DES RESULTATS	37
CHAPITRE 9	CALCUL PROBABILISTE : REPARTITION BIOLOGIQUE SURPRESSEURS	38
9.1	DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE	38
9.2	CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS	38
9.3	DEFINITION DES ZONES	39
9.4	PRESENTATION DES RESULTATS	40
CHAPITRE 10	CALCUL PROBABILISTE : BATIMENT COPRODUITS	41
10.1	DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE	41
10.2	CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS	41
10.3	DEFINITION DES ZONES	42
10.4	PRESENTATION DES RESULTATS	43
CHAPITRE 11	CALCUL PROBABILISTE : TRAITEMENT BIOGAZ	44
11.1	DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE	44
11.2	CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS	44
11.3	DEFINITION DES ZONES	45
11.4	PRESENTATION DES RESULTATS	46
CHAPITRE 12	CALCUL PROBABILISTE : DIGESTEUR	47
12.1	DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE	47
12.2	CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS	47
12.3	DEFINITION DES ZONES	48
12.4	PRESENTATION DES RESULTATS	49
CHAPITRE 13	CALCUL PROBABILISTE : GAZOMETRE TORCHERE	50
13.1	DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE	50
13.2	CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS	50
13.3	DEFINITION DES ZONES	51
13.4	PRESENTATION DES RESULTATS	52
CHAPITRE 14	CALCUL PROBABILISTE : ZONE D'EXPLOITATION	53
14.1	DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE	53
14.2	CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS	53
14.3	DEFINITION DES ZONES	54
14.4	PRESENTATION DES RESULTATS	55

CHAPITRE 15	CALCUL PROBABILISTE : BUREAU ADMINISTRATIF	56
15.1	DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE	56
15.2	CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS	56
15.3	DEFINITION DES ZONES	57
15.4	PRESENTATION DES RESULTATS	58
CHAPITRE 16	CALCUL PROBABILISTE : SILO	59
16.1	DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE	59
16.2	CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS	59
16.3	DEFINITION DES ZONES	60
16.4	PRESENTATION DES RESULTATS	61

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre du **bâtiment traitement des boues**

Annexe 2 : Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre de la **zone d'exploitation**

Annexe 3 : Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre du **décanteur**

Annexe 4 : Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre des **bassins clarificateur**

Annexe 5 : Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre des **dégazeurs Nord et Sud**

Annexe 6 : Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre **de la répartition biologique surpresseurs**

Annexe 7 : Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre du **bâtiment coproduits**

Annexe 8 : Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre du **traitement biogaz**

Annexe 9 : Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre du **digesteur**

Annexe 10 : Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre du **gazomètre**

Annexe 11 : Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre du **bureau administratif**

Chapitre 1 SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

Récapitulatif des résultats de l'Analyse du Risque Foudre

L'Analyse du Risque Foudre est réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2, à l'aide du logiciel « Jupiter » Version 2.0.

Le tableau suivant récapitule pour l'ensemble du site, si oui ou non, l'analyse des dangers conduit à retenir un risque vis-à-vis des effets de la foudre, et si, dans ce cas il y a nécessité de protection.

STRUCTURE	PROTECTION EFFETS DIRECTS	PROTECTION EFFETS INDIRECTS
Bâtiment traitement des boues	Protection par paratonnerre de niveau IV	Protection par parafoudre de niveau IV
Décanteur	Ne nécessite pas de protection	Ne nécessite pas de protection
Bassins clarificateur	Ne nécessite pas de protection	Ne nécessite pas de protection
Répartition biologique surpresseurs	Ne nécessite pas de protection	Ne nécessite pas de protection
Bâtiment coproduits	Protection par paratonnerre de niveau IV	Protection par parafoudre de niveau IV
Traitement biogaz	Protection par paratonnerre de niveau III	Protection par paratonnerre de niveau III
Digesteur	Protection par paratonnerre de niveau II	Protection par paratonnerre de niveau II
Gazomètre	Protection par paratonnerre de niveau II	Protection par paratonnerre de niveau II
Zone d'exploitation	Ne nécessite pas de protection	Ne nécessite pas de protection
Bureau administratif	Ne nécessite pas de protection	Ne nécessite pas de protection
Silo	Protection par paratonnerre de niveau III	Protection par paratonnerre de niveau III

Equipements de sécurité	Nécessité de protéger chaque équipements de sécurité par des parafoudres adaptés.
PREVENTION	Une mise en place de procédure spécifique de prévention d'orage est nécessaire : <ul style="list-style-type: none"> - Ne pas intervenir en toiture - Ne pas intervenir sur les installations électriques BT, courants faibles et Télécommunications

Une installation de protection contre la foudre ne peut, comme tout ce qui concerne les éléments naturels,

assurer la protection absolue des structures, des personnes ou des objets. L'application des principes de protection permet de réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les structures protégées.

Suite à l'Analyse du Risque Foudre

Conformément à l'arrêté du 4 Octobre 2010, une **Etude Technique** doit être réalisée par un **organisme compétent** et définissant précisément les dispositifs de protection et les mesures de prévention, le lieu d'implantation ainsi que les modalités de leur vérification et de leur maintenance.

Une notice de vérification et de maintenance est rédigée lors de l'étude technique puis complétée, si besoin, après la réalisation des dispositifs de protection.

Un carnet de bord doit être tenu par l'exploitant et laissé à la disposition de l'inspecteur de la DREAL.

Chapitre 2 GENERALITES SUR LA MISSION

2.1 PRESENTATION DE LA MISSION

La mission confiée à **1G Foudre** a pour objet la réalisation de l'Analyse Du risque Foudre (ARF) visée à l'article 18 de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, section III « Dispositions relatives à la protection contre la foudre ».

Notre mission a été conduite suivant la circulaire du 24 avril 2008, relative à la protection contre la foudre de certaines Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), paragraphe 1 : Analyse du Risque Foudre (ARF).

L'Analyse du Risque Foudre identifie les équipements et installations dont une protection doit être assurée. Elle est basée sur une évaluation des risques réalisée conformément à la norme NF EN 62-305-2 version de novembre 2006. Elle définit les niveaux de protection nécessaires aux installations.

2.2 PERIMETRE D'APPLICATION DE L'ARF

L'Analyse du Risque Foudre prend en compte :

- Les **effets directs** relatifs à l'impact direct du coup de foudre sur la structure ;
- Les **effets indirects** causés par les phénomènes électromagnétiques et par la circulation du courant de foudre. Ces phénomènes conduisent à des surtensions dans les parties métalliques et les installations électriques. Elles sont à l'origine des défaillances des équipements et des fonctions de sécurité.

L'Analyse du Risque Foudre devra être tenue en permanence à la disposition de l'inspection de la DREAL.

Elle sera systématiquement **mise à jour** à l'occasion de modifications notables des installations, notamment :

- **Dépôt d'une nouvelle autorisation**
- **Révision de l'étude de dangers.**
- **Modification des installations** qui peut avoir des répercussions sur les données d'entrée du calcul d'ARF.

La présente mission concerne exclusivement les installations pour lesquelles une agression par la foudre est susceptible de porter gravement atteinte à l'environnement et à la sécurité des personnes.

L'évaluation des pertes économiques et financières est exclue de la mission. Cette mission ne comprend pas la réalisation de l'étude technique au sens de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

La responsabilité d'**1G Foudre** ne saurait être recherchée si les déclarations et informations fournies par l'Exploitant se révèlent incomplètes ou inexactes, ou si des installations ou procédés n'ont pas été présentés, ou s'ils ont été présentés dans des conditions différentes des conditions réelles de fonctionnement, ou en cas de modification postérieure à notre mission.

Les informations prises en compte sont celles établies à la date du présent rapport.

2.3 REFERENCES REGLEMENTAIRES ET NORMATIVES

Norme	Version	Désignation
NF EN 62 305-1	Juin 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux
NF EN 62 305-2	Novembre 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Évaluation du risque
NF EN 62 305-3	Décembre 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
NF EN 62 305-4	Décembre 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures
NF C 17-102	Septembre 2011	Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage
NF C 15-100	Compil 2013	Installations électriques basse tension
NF EN 61 643 - 11	Septembre 2002	Parafoudres pour installation basse tension
NF EN 62561 -1	Aout 2016	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 1 : exigences pour les composants de connexion
NF EN 62561 -2	Décembre 2016	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 2 : exigences pour les conducteurs et les électrodes de terre
NF EN 62561 -3	Aout 2016	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 3 : exigences pour les éclateurs d'isolement
NF EN 62561 -4	Mai 2011	Composants de système de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 4 : exigences pour les fixations de conducteur
NF EN 62561 -5	Novembre 2011	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 5 : exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre
NF EN 62561 -6	Novembre 2011	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 6 : exigences pour les compteurs de coups de foudre (LSC
NF EN 62561 -7	Décembre 2012	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 7 : exigences pour les enrichisseurs de terre
NF EN 61 643 - 11	Mai 2014	Parafoudres BT - Partie 11 : parafoudres connectés aux systèmes basse tension - Exigences et méthodes d'essai
CEI 61643-12	Novembre 2008	Parafoudres BT- Partie 12 : parafoudres connectés aux réseaux de distribution BT - Principes de choix et d'application
NF EN 61643-21	Novembre 2001	Parafoudres BT – Partie 21 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais
IEC 61643-22	Juin 2015	Parafoudres BT – Partie 22 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Principes de choix et d'application

Textes réglementaires

Norme	Désignation
Arrêté du 4 octobre 2010	Arrêté relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011
Circulaire du 24 avril 2008	Relative à l'application de l'arrêté du 19 juillet 2011

Guides pratiques

Guide	Version	Désignation
Guide UTE C 15-443	Août 2004	Protection des installations électriques à basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres
Guide UTE C 15-712-1	Juillet 2010	Guide pratique des installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution
Guide OMEGA 3 de l'INERIS	Décembre 2011	Protection contre la foudre des installations classées pour la protection de l'environnement.
Guide GESIP	4 juillet 2014	Protection des installations industrielles contre les effets de la foudre
Guide COOP	Juin 2010 v2	Application aux activités de stockage de céréales, de phytosanitaires et d'engrais.

2.4 BASE DOCUMENTAIRE

L'ARF ci-après se base sur les informations et plans fournis par la société **VEOLIA**. Il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

Documents	Numéro du document	Auteur du document	Fourni
Installation Classée pour la Protection de l'Environnement			
Classement ICPE	/	/	Oui
Mémoire process	SAE	/	Oui
Mémoire sécurité	/	/	Oui
Risque incendie			
Potentiels de dangers	/	/	Oui
Plans			
Plan masse et coupe gazomètre torchère	OTV BGZ EQ 001 (07/06/2019)	/	Oui
Plan masse et coupe bâtiment traitement des boues existant	OTV BOU EQ 001 (07/06/2019)	/	Oui
Vue toiture et RdC bâtiment traitement des boues existant	OTV BOU EQ 002 (07/06/2019)	/	Oui
Plan coupe AA bâtiment traitement des boues existant	OTV BOU EQ 003 (07/06/2019)	/	Oui
Plan coupe 3-3 / 4-4 bâtiment traitement des boues existant	OTV BOU EQ 004 (07/06/2019)	/	Oui
Plan masse bâtiment coproduits +15.10	OTV BTE EQ 001 (07/06/2019)	/	Oui
Plan masse bâtiment coproduits +18.80	OTV BTE EQ 002 (07/06/2019)	/	Oui
Plan masse bâtiment coproduits +25.10	OTV BTE EQ 003 (07/06/2019)	/	Oui
Plan coupe AA – BB bâtiment coproduits	OTV BTE EQ 004 (07/06/2019)	/	Oui
Plan coupe CC – DD bâtiment coproduits	OTV BTE EQ 005 (07/06/2019)	/	Oui
Plan coupe EE – FF - GG bâtiment coproduits	OTV BTE EQ 006 (07/06/2019)	/	Oui
Plan masse digesteur	OTV DIG EQ 001 (07/06/2019)	/	Oui
Plan coupe et détails digesteurs	OTV DIG EQ 002 (07/06/2019)	/	Oui
Proposition zonage ATEX	OTV ENS NT B 1000	/	Oui
Plan implantation des ouvrages	OTV ENS PG 001 (24/05/2019)	/	Oui

Plan des réseaux secs	OTV ENS VR 001 (21/05/2019)	/	Oui
Services (énergie, communication...)			
Note de calcul TGBT1	LDS950XCNEB001	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TGBT1	LDS951XDSEA001	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Note de calcul TB3	LDS950XCNEP003	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TB3	LDS951XDSEP003	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TD3	LDS951XDSEB003	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TB4 – coffret FO bât. existant	LDS951XDSEP004	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique SOFREL – Coffret Sofrel	LDS951XDSEP005	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique MX52 – Centrale détection gaz	LDS951XDSEP006	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Plan d'implantation zone prétraitement	LDS951XDSEA103	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Note de calcul TB2	LDS950XCNEP002	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TB2	LDS951XDSEP002	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TD2	LDS951XDSEB002	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Plan d'implantation	LDS951XDSEA102	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Note de calcul TB1	LDS950XCNEP001	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TGBT2	LDS951XDSEA002	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TB1	LDS951XDSEP001	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TD1	LDS951XDSEB001	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Plan d'implantation	LDS951XDSEA101	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Vérification des installations électriques	10899359-001-1 (07/06/2019)	APAVE	Oui
Architecture HT/BT	OTV EL SC 001	/	Oui

En l'absence de certains éléments d'information nécessaires, la détermination des valeurs des facteurs correspondants est remplacée par les valeurs prévues par la norme NF EN 62305-2. Les calculs des composantes des risques sont effectués avec ces valeurs par défaut.

2.5 LOGICIEL DE CALCUL

L'analyse du risque foudre est effectuée à l'aide du logiciel **JUPITER VERSION 2.0** conforme à la norme NF EN 62305-2.

Les notes de calcul JUPITER complètes et détaillées sont en annexe du présent rapport.

Chapitre 3 METHOLOGIE D'ÉVALUATION DU RISQUE Foudre

3.1 OBJECTIF DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

L'objectif de l'Analyse du Risque Foudre est :

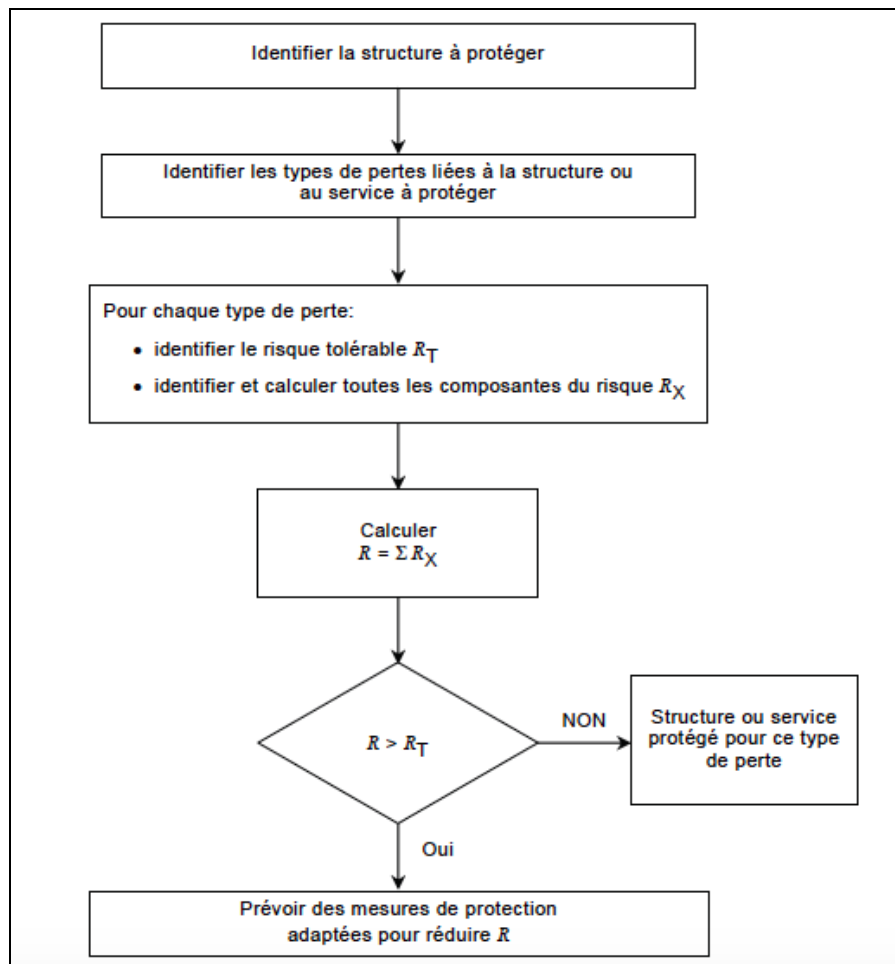
Soit de **s'assurer** que les mesures de protection de la structure et des services sont suffisantes pour que le **risque** reste **acceptable** à une valeur **tolérée** ;

Soit de **déterminer le besoin** de mettre en œuvre **des mesures de prévention et de protection**.

3.2 PROCEDURE D'ÉVALUATION DU RISQUE Foudre SELON LA NF EN 62305-2

L'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire précisent que **seul le risque R_1 « risque de perte de vie humaine »** défini par la EN 62305-2 est évalué pour l'analyse du risque foudre. Cette évaluation est relative aux caractéristiques de la structure et aux pertes.

Le risque R_1 retenu doit être **inférieur ou égal** au risque tolérable R_T ($1,0 \times 10^{-5}$) (Cf. tableau § 1).



¹ La structure est un ouvrage ou un bâtiment conformément à la norme.

² Les services sont des éléments métalliques conducteurs tels que réseaux de puissance, lignes de communication, canalisations, connectés à une structure.

3.3 IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE

Une **structure** est constituée par :

- Un **bâtiment**, un **local**, un **ouvrage**, un **édifice**, etc. ; partitionné en zones si nécessaire ;
- Des **contenus** : substances, procédés de fabrication, installations, équipements, éléments importants pour la sécurité, etc. ;
- Des **personnes** à l'intérieur ou à moins de 3 mètres à l'extérieur ;
- Un **environnement** proche, extérieur à la structure ou du site.

Les **services** connectés à la structure sont **identifiés** et déterminés.

Les informations relatives à la structure sont données par l'Étude de dangers ou communiquées par l'Exploitant des Installations classées.

3.4 IDENTIFICATION DES TYPES DE PERTE

Quatre types de perte sont définis :

- L1 : Perte de vie humaine
- L2 : Perte de service public
- L3 : Perte d'héritage culturel
- L4 : Perte de valeurs économiques (structure et son contenu)

Dans le cadre de cette étude, nous n'étudierons que les pertes de vie humaine.

3.5 DEFINITION DES RISQUES A EVALUER

Le risque R est la valeur d'une perte moyenne annuelle probable. Pour chaque type de perte qui peut apparaître dans une structure ou un service, le risque correspondant doit être évalué.

Les risques à évaluer dans une structure peuvent être les suivants :

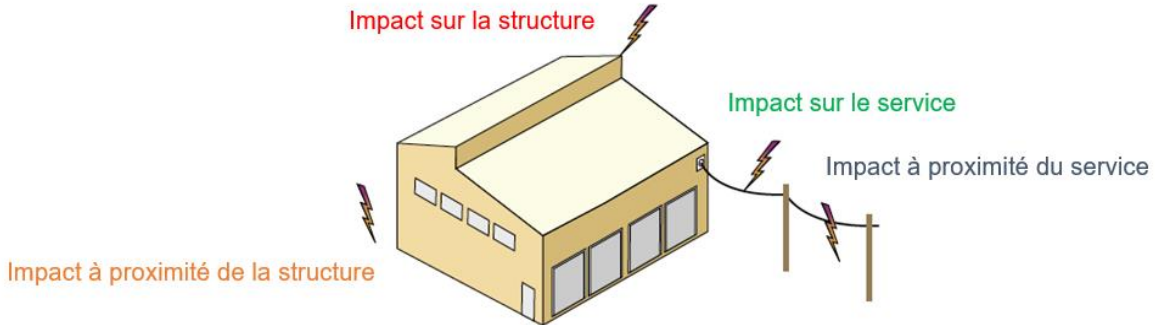
- R1 : Risque de perte de vie humaine
- R2 : Risque de perte de service public
- R3 : Risque de perte d'héritage culturel
- R4 : Risque de perte de valeurs économiques

Pour évaluer les risques R, les composantes appropriées du risque (risques partiels dépendant de la source et du type de dommage) doivent être définies et calculées.

A la demande du client, nous évaluerons que le risque R1.

3.6 CALCUL DES RISQUES R1

Le risque total calculé R est la somme des composantes des risques partiels : R_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W , R_Z appropriés, voir explication ci-dessous.



$$\begin{aligned}
 R1 &= R_A + R_B + R_C^* + R_M^* + R_U + R_V + R_W^* + R_Z^* \\
 R2 &= R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z \\
 R4 &= R_A^{**} + R_B + R_C + R_M^* + R_U^{**} + R_V + R_W + R_Z
 \end{aligned}$$

(*) : Uniquement pour les structures présentant un risque d'explosion et pour les hôpitaux et autres structures dans lesquelles des défaillances de réseaux internes peuvent mettre en danger immédiat la vie humaine

(**) : Uniquement pour les domaines agricoles avec pertes éventuelles d'animaux

Composantes des risques pour une structure dus aux impacts sur la structure :

- R_A Impact sur la structure** : Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.
- R_B Impact sur la structure** : Composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.
- R_C Impact sur la structure** : Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF.

Composantes des risques pour une structure dus aux impacts à proximité de la structure :

- R_M Impact à proximité de la structure** : Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF.

Composantes des risques pour une structure dus aux impacts sur un service connecté à la structure :

- R_U Impact sur un service** : Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.
- R_V Impact sur un service** : Composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une installation extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus aux courants de foudre transmis dans les lignes entrantes.
- R_W Impact sur un service** : Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure.

Composantes des risques pour une structure dus à un impact à proximité d'un service connecté à la structure :

- R_Z Impact à proximité d'un service** : Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure.

3.7 DEFINITION DU RISQUE TOLERABLE

Type de pertes	R _T
Perte de vie humaine	10 ⁻⁵
Perte de service au public	10 ⁻³
Perte économique	10 ⁻³

Valeurs type pour le risque tolérable RT selon la norme NF EN 62305-2

3.8 REDUCTION DU RISQUE

La norme NF EN 62305-2 fixe la limite supérieure du risque tolérable (R_T) à 10⁻⁵ pour le risque R1 et à 10⁻³ pour les risques R2 et R4. Le risque de dommages causés par la foudre est calculé et comparé à cette valeur.

Lorsque la valeur est supérieure au risque acceptable des solutions de protection et/ou de prévention sont introduites dans les calculs pour réduire le risque à une valeur inférieure ou égale à la valeur limite tolérable.

Si $R1 > R_T$

→ Il faut prévoir des mesures de protection pour réduire R1 afin qu'il soit \leq à R_T.

Si $R1 \leq R_T$

→ Une protection contre la foudre n'est pas nécessaire.

Pour les besoins de la présente norme, 4 niveaux de protection (I, II, III, IV), correspondant aux paramètres minimum et maximum du courant de foudre, ont été définis pour une protection efficace dans, respectivement, 98 %, 95 %, 88 % et 81 % des cas.

3.9 PRINCIPAUX PARAMETRES PRIS EN COMPTE DANS L'ARF

Pour chaque bâtiment, un ensemble de caractéristiques doit être pris en compte :

- Ses dimensions ;
- Sa structure ;
- L'activité qu'il abrite ;
- Les dommages que peut engendrer la foudre en cas de foudroiement sur ou à proximité des bâtiments.

Les principaux critères en considération dans l'évaluation des composantes du risque foudre sont les suivants :

- Le type de danger particulier dans la structure ;
- Le risque incendie.
- Les dispositions prises pour réduire la conséquence du feu.

Chapitre 4 PRESENTATION GENERALE DU PROJET

4.1 ADRESSE DU PROJET

Le site est situé :

CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE METHANISATION SUR LA STATION D'EPURATION « DE COURTINE »
CHEMIN DE COURTINE
84000 AVIGNON

4.2 PRESENTATION GENERALE DU PROJET

La station d'épuration communautaire, sise chemin de Courtine, a été conçue dans les années 1990 pour traiter les effluents des communes d'Avignon et du Pontet. Elle accepte depuis 2007 les effluents des communes gardoises de Villeneuve-lès-Avignon et Les Angles.

En 2009, cette unité a fait l'objet de travaux d'extension et mise aux normes qui ont permis de porter sa capacité nominale à 177 000 équivalents-habitants.

A ce jour, la station d'épuration de Courtine dispose d'une file de traitement de l'eau intégrant une décantation primaire et un traitement biologique (boues activées). Les boues, mélangées et homogénéisées, sont évacuées vers une plate-forme de compostage après une étape de déshydratation.

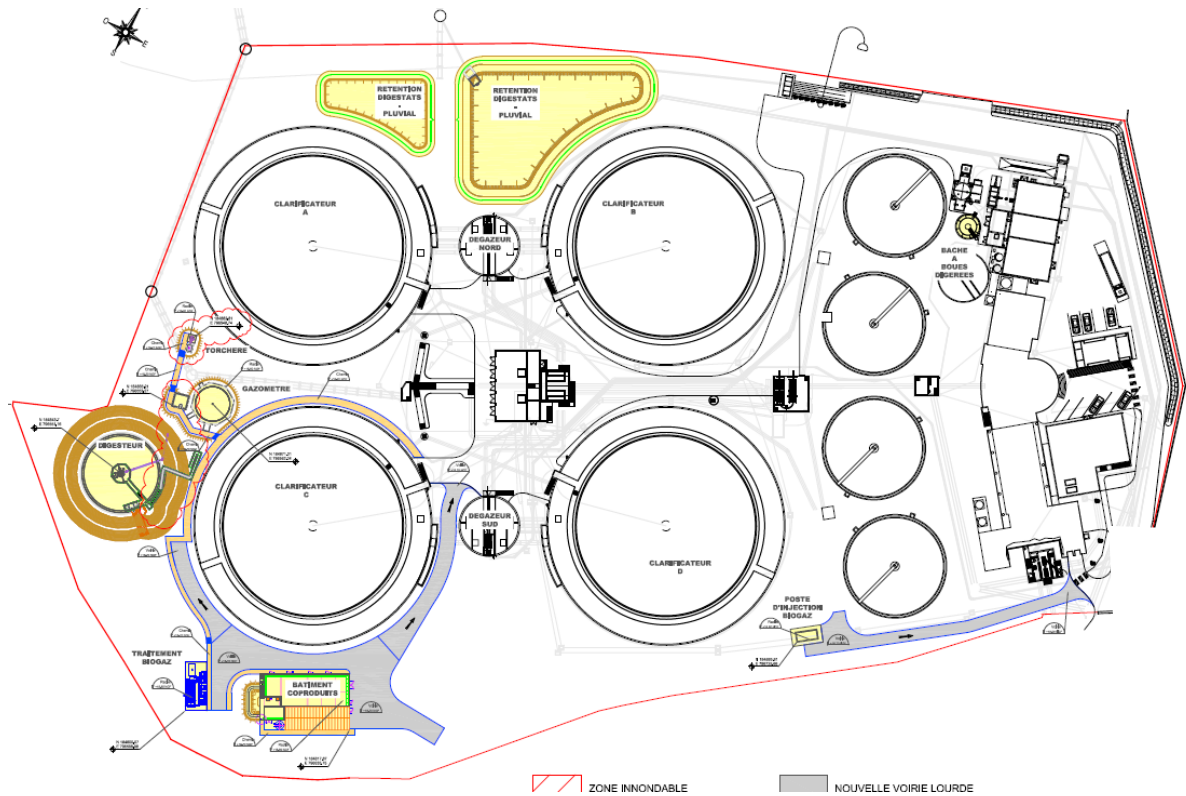
Le Grand Avignon projette l'ajout d'une étape de méthanisation des boues et graisses produites sur site en préalable à la déshydratation.

Cette démarche vise à :

- réduire le volume de boues déshydratées produites afin de limiter les coûts d'évacuation ;
- stabiliser les boues (les rendre lentement biodégradables) et permettre ainsi la réduction des nuisances olfactives et la destruction partielle des germes pathogènes ;
- produire une boue de bonne qualité agronomique ;
- produire un biogaz valorisable riche en méthane, injectable dans le réseau GrDF après purification.



Vue aérienne du site actuelle



Plan masse du site esixtant + projet

4.3 LISTE DES RUBRIQUES ICPE

Les rubriques ICPE sont listées dans le tableau suivant :

Rubrique de la nomenclature IOTA	Volume de l'opération	Régime
1.1.1.0.	Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau	Création de puits de pompage pour l'épuisement des fouilles en phase de terrassement Déclaration
1.2.1.0.	Prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, dans un cours d'eau, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe d'une capacité totale maximale comprise entre 400 et 1 000 m ³ /heure ou entre 2 et 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau	Pompages d'épuisement des fouilles en phase de terrassement. Pompage dans la nappe d'accompagnement du Rhône Débit prévisionnel de pompage ≈ 50 m ³ /h QMNA ₅ du Rhône à Avignon = 360 m ³ /s Non classé
2.2.3.0.-1b	Rejet dans les eaux de surface, à l'exclusion des rejets visés aux rubriques 4.1.3.0, 2.1.1.0, 2.1.2.0 et 2.1.5.0. Le flux de pollution brute étant compris entre les niveaux R1 et R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent.	Rejet des eaux d'exhaure dans le Rhône Flux de matières en suspension ≥ 120 kg/j Autorisation
2.1.1.0.-1°	Station d'épuration des agglomérations d'assainissement devant traiter une charge brute de pollution organique au sens de l'article R. 2224-6 du code général des collectivités territoriales supérieure à 600 kg DBO ₅	Charge nominale : 11 170 kg DBO₅/j Autorisation
2.1.2.0.-1°	Déversoirs d'orage situés sur un système de collecte des eaux usées destiné à collecter un flux polluant journalier supérieur à 600 kg de DBO ₅	Capacité nominale du système de collecte Autorisation
2.1.5.0.-2°	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet étant supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha	Surface du projet 4,6 ha (surface de collecte du périmètre de la station de traitement) Déclaration

4.4 DENSITE DE FOUDDROIEMENT

D'après les statistiques de foudroiement en France de METEORAGE (résultats à partir des données du réseau de détection des impacts foudre pour la période 2009-2018).

On obtient le N_{SG} (valeur normative de référence) de la ville d'**AVIGNON (84)**.

Résumé



Ville :
AVIGNON (84007)

Superficie :
64,72 km²

Période d'analyse :
2009-2018

Statistiques du foudroiement

➔ $N_{SG} : 2,91 \text{ impacts/km}^2/\text{an}$

Faible
< 0.67 Nsg



Foudroiement Fort

Intense
> 3.74 Nsg

Indice de confiance statistique : Excellent

L'intervalle de confiance à 95% est : [2,79 - 3,05].

➔ **Nombre de jours d'orage : 19 jours par an**

N_{SG} : valeur normative de référence (NF EN 62858 – NF C 17-858)

4.5 NATURE DU SOL - RESISTIVITE

Nous retiendrons par défaut une résistivité de sol égale à 500 Ωm (valeur standard).

4.6 POTENTIELS DE DANGERS

Les principaux potentiels de dangers sur le site communiqués par **OTV** sont les suivants :

Les dangers liés au biogaz et au biométhane sont l'incendie et l'explosion du fait de la présence de méthane et, pour le biogaz, le risque toxique du fait de la présence d'hydrogène sulfuré. La teneur en H₂S du biogaz est cependant très faible. Un risque d'intoxication est possible pour les personnes qui se trouveraient au niveau de la fuite.

Le tableau ci-après récapitule les principaux potentiels de dangers liés aux procédés et installations projetés.

Type de procédé et/ou installation	Principales caractéristiques	Dangers
Méthanisation	Risque lié à la fermentation : dégagement de biogaz (méthane, H ₂ S) en particulier dans des ouvrages fermés	Explosion (VCE) : effets de surpression Effets toxiques (H₂S)
Valorisation et traitement du biogaz	Risque lié au stockage et à la mise en œuvre de biogaz en cas de fuite au niveau du gazomètre, des tuyauteries, de la torchère	Explosion (VCE et UVCE) : effets thermiques + effets de surpression Effets toxiques (H₂S)

4.7 EVENEMENTS REDOUTES

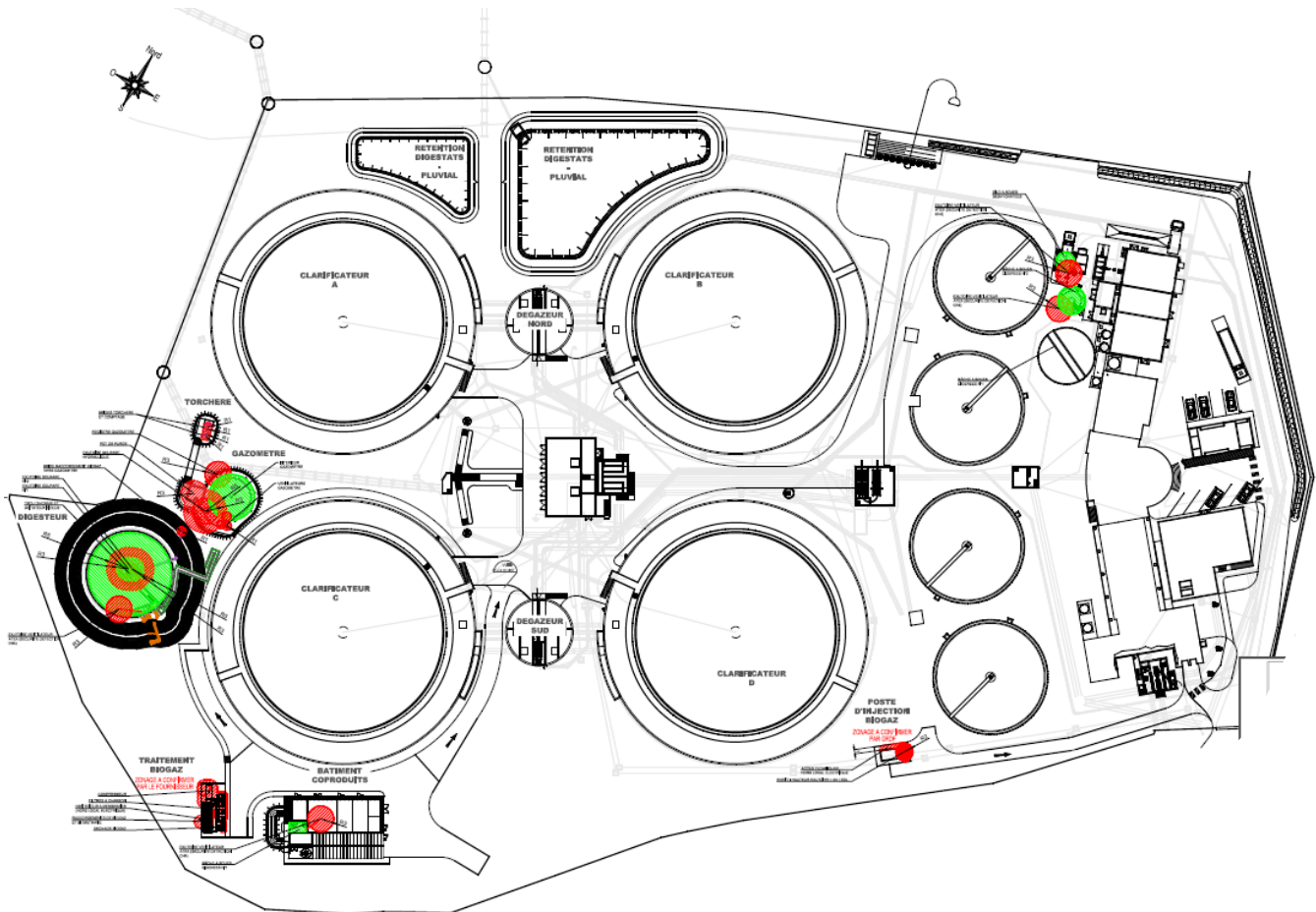
Les risques issus de l'étude de dangers où la **foudre** peut être identifiée comme une cause possible :

Installations	Événement redoutés
Ensemble du site	<ul style="list-style-type: none"> - Risque d'incendie / explosion - Endommagement des matériels électriques et électroniques (systèmes de sécurité notamment)




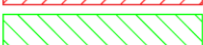
4.8 ZONAGE ATEX

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

- Digesteur ;
- Bâches à boues digérées ;
- Gazomètre ;
- Réseau biogaz / biométhane ;
- Pots de purge ;
- Unité de purification du biogaz en biométhane ;
- Torchère ;
- Réseau d'extraction d'air ;
- Désodorisation (charbon actif)



LEGENDE

	ATEX ZONE 0
	ATEX ZONE 1
	ATEX ZONE 2
	ATEX ZONE 2 CONFINEE

4.9 LISTE DES EQUIPEMENTS DE SECURITE

Les équipements dont la défaillance entraîne une interruption des moyens de sécurité et provoquant ainsi des conditions aggravantes à un risque d'accident sont à prendre en compte. La liste de ces équipements est la suivante avec leur susceptibilité à la foudre :

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Détection et alarme incendie	Oui
Système de désenfumage automatique	Oui
Détection automatique des gaz	Oui
Extincteur, RIA, poteau incendie	Non

4.10 MOYENS D'INTERVENTION ET DE SECOURS DU SITE

Le site dispose, suivant la zone, de différents moyens de lutte contre l'incendie :

- Les moyens manuels : Extincteurs, borne incendie.
- Les moyens automatiques : Aucun dispositif automatique ne sera présent sur le site.

En cas de nécessité, l'établissement dépendra du SDIS 84.

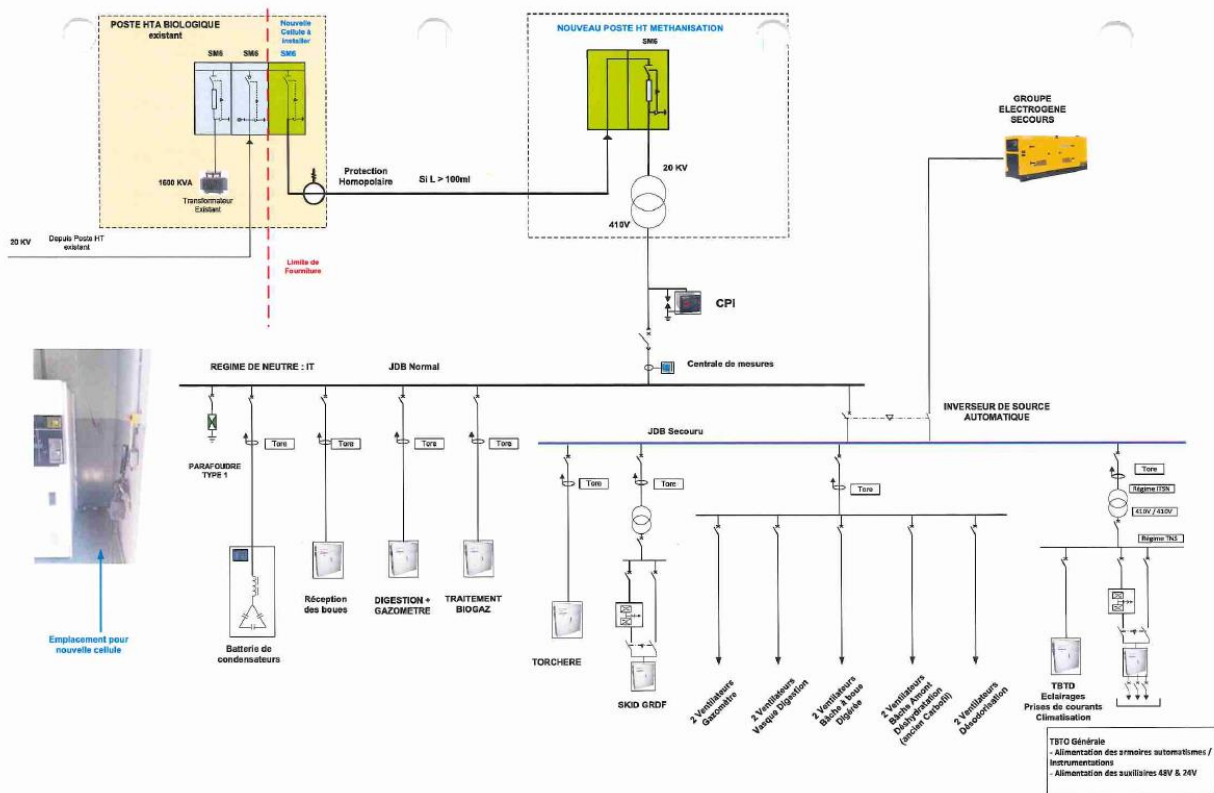
4.11 SERVICES ET CANALISATIONS

Caractéristiques du réseau de puissance et de communication

Le site existant est alimenté par 2 transformateurs HT/BT HT1 et HT2.

Le poste HTA traitement biologique existant sera équipé d'une nouvelle cellule interrupteur avec détection homopolaire pour alimenter un nouveau poste HTA spécifique à la méthanisation.

Le régime de neutre est IT sans neutre distribué.



Cheminelements des canalisations

- Eau lutte incendie (poteau incendie) ;
- Eau potable ;
- Rejet eaux usées.

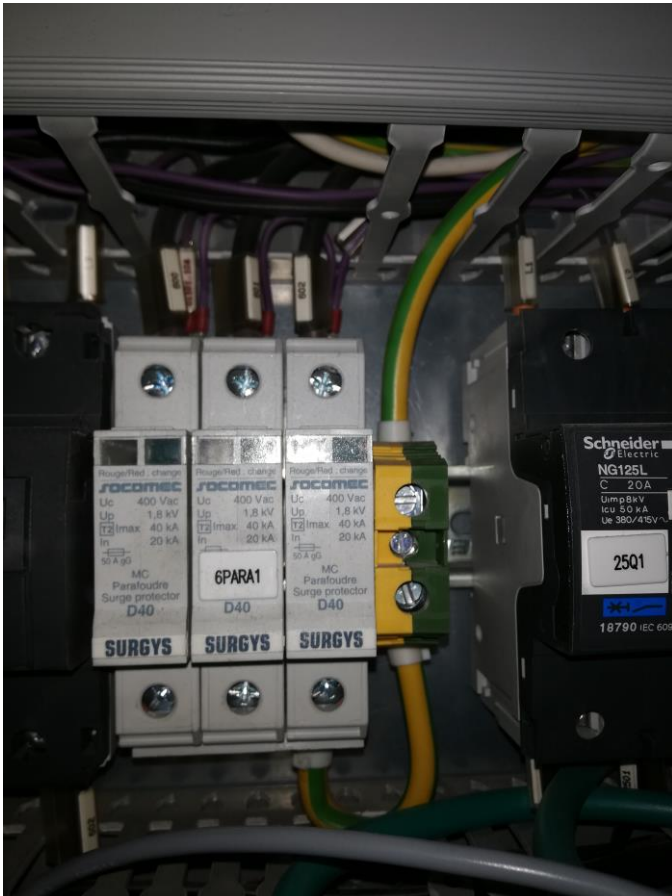
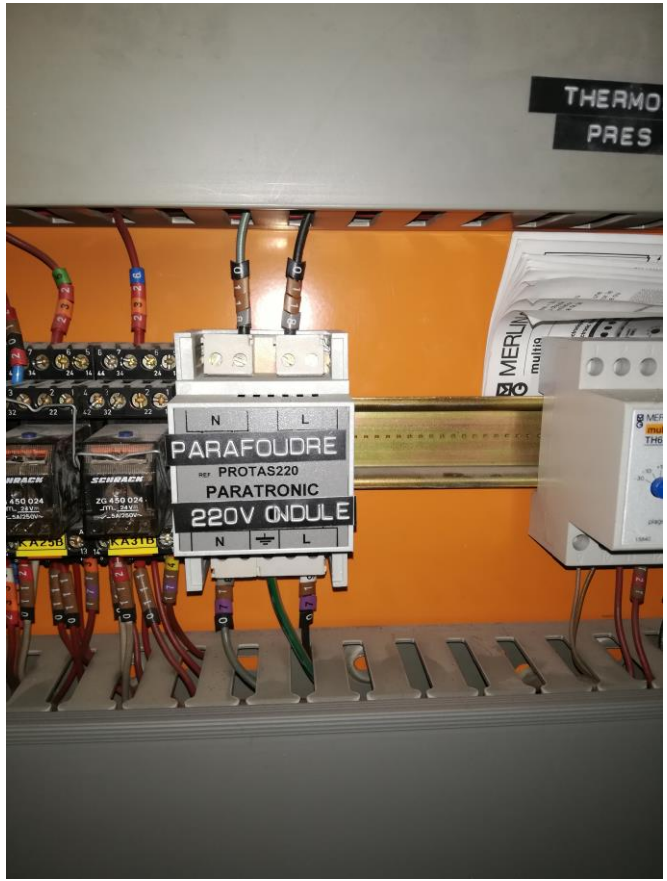
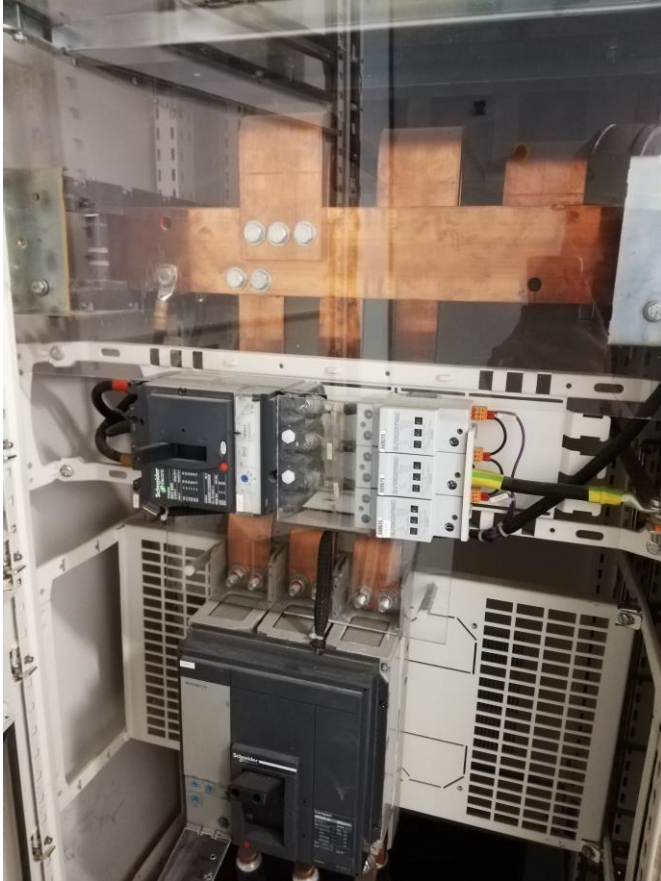
4.12 INSTALLATIONS DE PROTECTION Foudre EXISTANTES

4.12.1 PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS

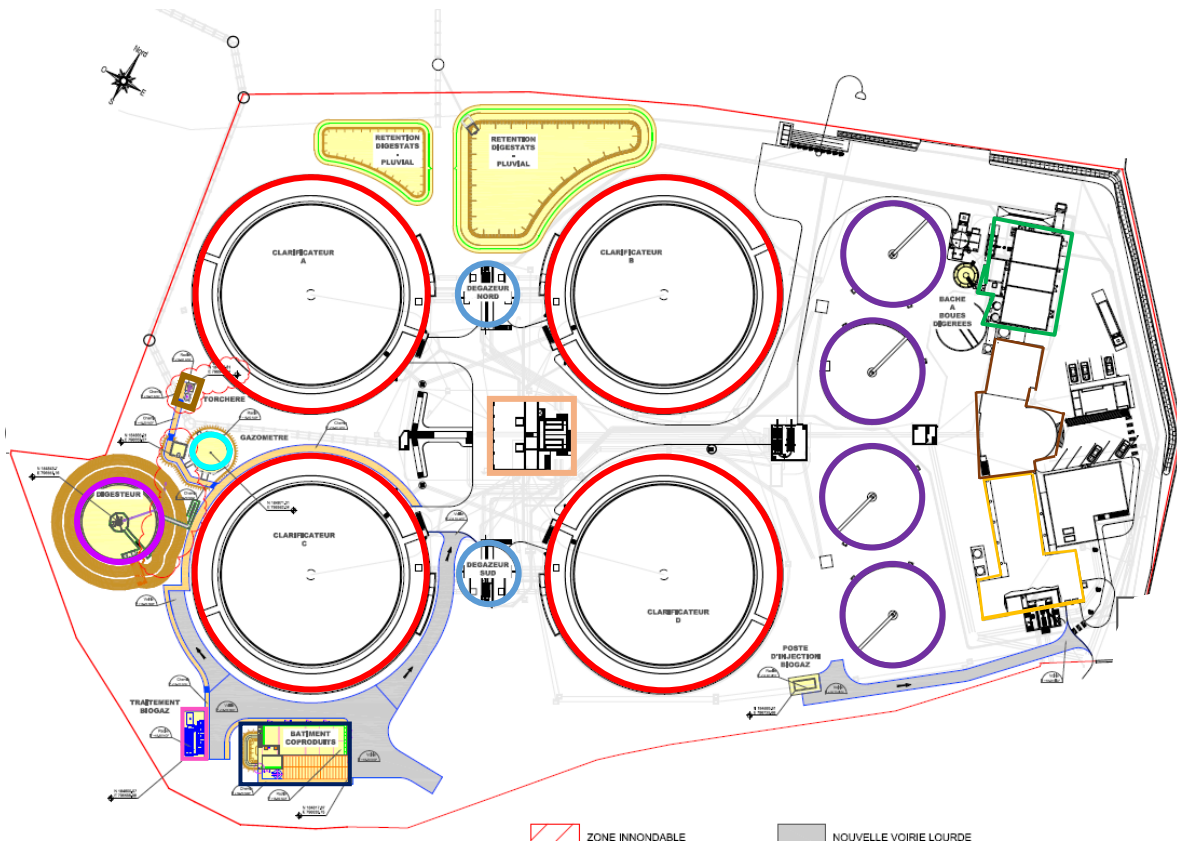
Le site n'est pas équipé d'Installation Extérieure de Protection contre la Foudre

4.12.2 PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS

<i>Localisation</i>	<i>Type (I, II, ou III)</i>	<i>Up (kV)</i>	<i>In (kA)</i>	<i>Iimp ou Imax (kA)</i>	<i>Protections</i>	<i>Marques</i>	<i>Indicateur de fin de vie</i>
TGBT 1	II	1,8	30	70	<i>Disjoncteurs</i>	SOCOMECC	Oui
TGBT 2	I	2,5	25	140	<i>Disjoncteurs</i>	SOCOMECC	Oui
Armoire ET10 (Réseau Ondulé)	II + III	/	/	/	/	PARATRONIC	Oui
Armoire ET10 (FIPWAY)	II + III	/	/	/	/	PARATRONIC	Oui
Armoire ET20 (Réseau Ondulé)	II + III	/	/	/	/	PARATRONIC	Oui
TB1 – ARMOIRE PROCESS FILE EAU	II	1,8	20	40	<i>Disjoncteurs</i>	SOCOMECC	Oui
TB2 – ARMOIRE PROCESS BOUES	II	1,8	20	40	<i>Disjoncteurs</i>	SOCOMECC	Oui
TB3 – ARMOIRE PROCESS PRETRAITEMENT	II	2	20	40	<i>Disjoncteurs</i>	SOCOMECC	Oui



Chapitre 5 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE POUR L'ARF



Bâtiment traitement des boues : —

Zone d'exploitation : —

Décanteur : —

Bassins clarificateur : —

Dégazeur Nord et Sud : —

Répartition biologique surpresseurs : —

Bâtiment coproduits : —

Traitement biogaz : —

Digesteur : —

Gazomètre : —

Torchère : —

Bureau administratif : —

En fonction de leur taille et de leurs caractéristiques, les structures sont traitées de façon statistique ou de façon déterministe. L'approche déterministe est pertinente pour les structures ouvertes ou de petites dimensions ou pour les structures métalliques (par exemple tuyauteries).

Bâtiments / Installations	Traitement statistiques selon la norme NF EN 62305-2	Traitement déterministe ¹
Bâtiment traitement des boues	X	
Décanteur	X	
Bassins clarificateur	X	
Répartition biologique surpresseurs	X	
Bâtiment coproduits	X	
Traitement biogaz	X	
Digesteur	X	
Gazomètre	X	
Zone d'exploitation	X	
Bureau administratif	X	
Silo	X	

Méthode déterministe¹ :

Cette méthode ne prend pas en compte le risque de foudroiement local.

Par conséquent, quel que soit la probabilité d'impact, une structure ou un équipement défini comme Important Pour la Sécurité, 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 telles que les cheminées, aéro-réfrigérants, racks, stockage extérieurs,...) cette méthode est **choisie**.

Chapitre 6 **CALCUL PROBABILISTE : BATIMENT TRAITEMENT** **DES BOUES**

6.1 **DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE**

Caractéristique de la structure

Facteur d'emplacement $C_{d/b}$	Le bâtiment est entouré par des structures plus petites ou de même hauteur.
Longueur L	77,73 m
Largeur W	45 m
Hauteur H_b	13,5 m
Aire Equivalente $A_{d/b}$	$1,86E^{-02}$ km ²
Type de sol à l'intérieur	Béton

6.2 **CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS**

Liste des lignes entrantes

Ligne Basse Tension
Ligne courant faible (report d'informations)

Liste des canalisations métalliques* entrantes dans le bâtiment

Eau

**Les canalisations sont traitées à part. On considère qu'elles font parties de la continuité de la structure, leur équipotentialité devra être assurée par continuité des masses*

Caractéristique de la ligne « Alimentation TGBT » :

Type de ligne :	Énergie souterrain
Origine de la ligne :	Local électrique 932 BT Sud
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne :	63 x 22 x 10,31 m
Longueur de ligne entre les équipements :	50 m
Cheminement (aérien, enterré) :	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau :	> 4
Désignation de l'équipement reliée dans la structure :	TGBT

Caractéristique de la ligne « Télésignalisation » :

Type de ligne :	Signal – souterrain
Origine de la ligne :	Signal, capteurs,...
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne :	/
Longueur de ligne entre les équipements :	1000 m
Cheminement (aérien, enterré) :	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau :	> 1,5
Désignation de l'équipement reliée dans la structure :	Centrale report d'informations

6.3 DEFINITION DES ZONES

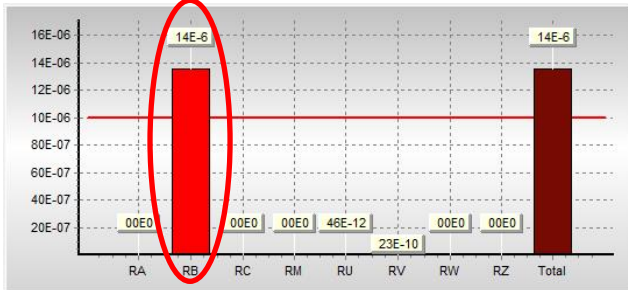
Définition des zones :

Type de sol r_u :	Béton
Risque incendie r_f :	Elevé <i>Justification : Au vu que la quantité de produits comburants et en l'absence de données sur la charge calorifique. Nous considérons un risque incendie « élevé ».</i>
Dangers particuliers h_z :	Niveau de panique faible <i>Justification : Le nombre de personnes présentes dans la structure est inférieur à 100.</i>
Protection contre l'incendie r_p :	Manuel <i>Justification : Le bâtiment est muni d'un système d'extinction manuel</i>
Protection contre les tensions de pas et de contact :	Aucune mesure de protection
Perte par tensions de contact et de pas L_t :	0,0001 <i>Justification : Personnes à l'intérieur du bâtiment</i>
Perte par dommages physiques L_f :	0,005 <i>Justification : Structure industrielle</i>
Personnes en danger présentes dans la zone :	/

6.4 PRESENTATION DES RESULTATS

BATIMENT TRAITEMENT DES BOUES

SANS PROTECTION



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	1,35E-05					1,35E-05
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	6,25E-08					6,25E-08
V	3,12E-06					3,12E-06
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	1,67E-05					1,67E-05

Réseaux internes Z1

Nom	U	V	w	Z
Alim	4,64E-11	2,32E-09	0,00E+00	0,00E+00
tele	6,24E-08	3,12E-06	0,00E+00	0,00E+00

Dans ces conditions le risque de perte de vie humaine R1 n'est **pas acceptable** ($R1 > R_T$) :

$$1,67 \times 10^{-5} > 1 \times 10^{-5}$$

Il y a donc lieu de **procéder à la mise en œuvre de mesures de protection.**

AVEC PROTECTION

La composante de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat est :

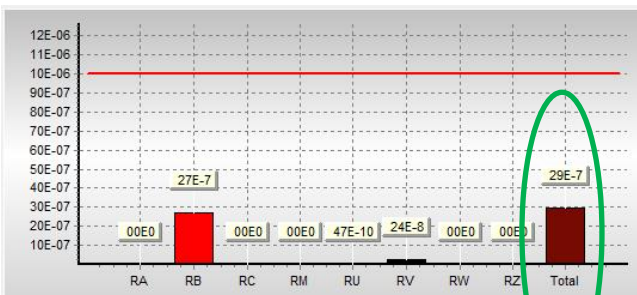
RB : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur la structure)

Dans notre cas, nous préconisons afin de réduire cette composante RB sous la valeur tolérable, la mise en place :

- Un système de protection contre la foudre SPF de niveau IV comprenant une protection externe sur la structure.
- Une protection interne par parafoudres de niveau IV en conformité avec les recommandations de la norme NF EN 62305-4 sur les lignes de puissance et de communication.

Avec la mise en œuvre de mesures de protection, le risque de perte de vie humaine R1 devient **acceptable** ($R1 < R_T$) :

$$2,95 \times 10^{-6} < 1 \times 10^{-5}$$



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	2,71E-06					2,71E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	4,73E-09					4,73E-09
V	2,36E-07					2,36E-07
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	2,95E-06					2,95E-06

Réseaux internes Z1

Nom	U	V	w	Z
Alimentation BT	4,64E-11	2,32E-09	0,00E+00	0,00E+00
telesignalisation	4,68E-09	2,34E-07	0,00E+00	0,00E+00

Chapitre 7 **CALCUL PROBABILISTE : Décanteurs**



Le calcul d'Analyse du Risque Foudre est réalisé sur un décanteur. Le résultat sera dupliqué sur les autres.

7.1 **DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE**

Caractéristique de la structure

Facteur d'emplacement $C_{d/b}$	Le bâtiment est entouré par des structures plus haut.
Longueur L	26 m
Largeur W	26 m
Hauteur H_b	3 m
Aire Equivalente $A_{d/b}$	$2,05E^{-02}$ km ²
Type de sol à l'intérieur	Béton

7.2 **CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS**

Liste des lignes entrantes

Ligne Basse Tension
Ligne courant faible (Instrumentation)

Liste des canalisations métalliques* entrantes dans le bâtiment

Eau

**Les canalisations sont traitées à part. On considère qu'elles font parties de la continuité de la structure, leur équipotentialité devra être assurée par continuité des masses*

Caractéristique de la ligne « Alimentation TGBT » :

Type de ligne :	Énergie souterrain
Origine de la ligne :	TGBT 1
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne :	/
Longueur de ligne entre les équipements :	55 m
Cheminement (aérien, enterré) :	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau :	> 4
Désignation de l'équipement reliée dans la structure :	TGBT

Caractéristique de la ligne « Télésignalisation » :

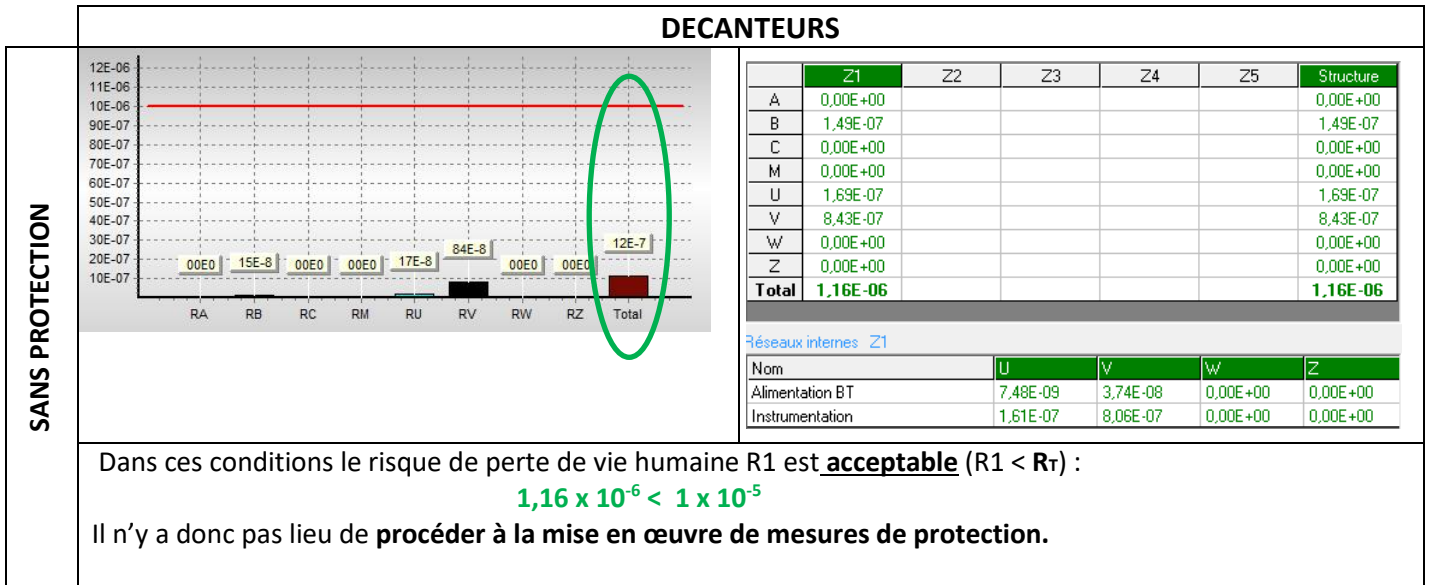
Type de ligne : Signal – souterrain
Origine de la ligne : Signal, capteurs,...
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne : /
Longueur de ligne entre les équipements : 1000 m
Cheminement (aérien, enterré) : Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau : > 1,5

7.3 DEFINITION DES ZONES

Définition des zones :

Type de sol r_u : Béton
Risque incendie r_f : Ordinaire
Justification : la quantité de produits comburants n'est pas présente sur la zone et en l'absence de données sur la charge calorifique. Nous considérons un risque incendie « ORDINAIRE ».
Dangers particuliers h_z : Niveau de panique faible
Justification : Le nombre de personnes présentes dans la structure est inférieur à 100 .
Protection contre l'incendie r_p : Manuel
Justification : Le bâtiment est muni d'un système d'extinction manuel
Protection contre les tensions de pas et de contact : Aucune mesure de protection
Perte par tensions de contact et de pas L_t : 0,001
Justification : Personnes à l'intérieur du bâtiment
Perte par dommages physiques L_f : 0,005
Justification : Structure industrielle
Personnes en danger présentes dans la zone : /

7.4 PRESENTATION DES RESULTATS



Chapitre 8 **CALCUL PROBABILISTE : Bassin Clarificateurs**



8.1 **DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE**

Caractéristique de la structure

Facteur d'emplacement C _{d/b}	Le bâtiment est entouré par des structures plus hautes.
Longueur L	62 m
Largeur W	62 m
Hauteur H _b	3 m
Aire Equivalente A _{d/b}	6,82E-03 km ²
Type de sol à l'intérieur	Béton

8.2 **CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS**

Liste des lignes entrantes

Ligne Basse Tension
Ligne courant faible (Instrumentations)

Liste des canalisations métalliques* entrantes dans le bâtiment

Eau

**Les canalisations sont traitées à part. On considère qu'elles font parties de la continuité de la structure, leur équipotentialité devra être assurée par continuité des masses*

Caractéristique de la ligne « Alimentation TGBT » :

Type de ligne : Énergie souterrain
Origine de la ligne : TGBT 1
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne : /
Longueur de ligne entre les équipements : 36 m
Cheminement (aérien, enterré) : Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau : > 4
Désignation de l'équipement reliée dans la structure : TGBT

Caractéristique de la ligne « Télésignalisation » :

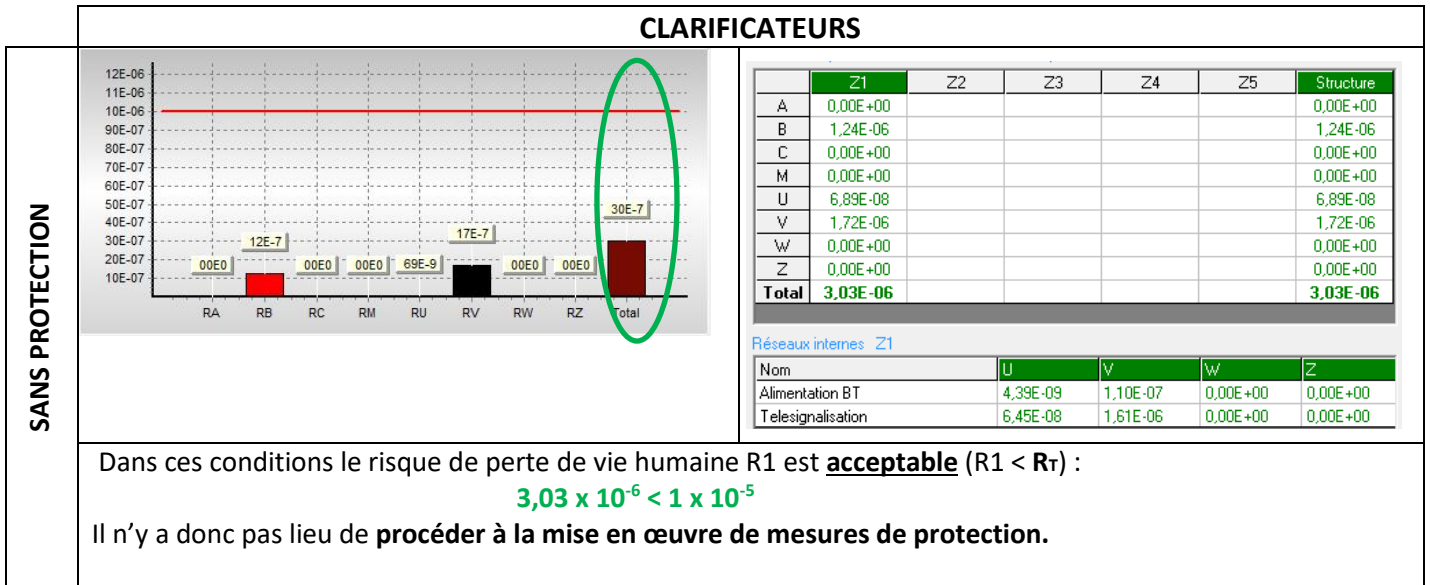
Type de ligne : Signal – souterrain
Origine de la ligne : Signal, capteurs,...
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne : /
Longueur de ligne entre les équipements : 1000 m
Cheminement (aérien, enterré) : Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau : > 1,5

8.3 DEFINITION DES ZONES

Définition des zones :

Type de sol r_u : Béton
Risque incendie r_f : Elevé
Justification : Au vu que la quantité de produits comburants et en l'absence de données sur la charge calorifique. Nous considérons un risque incendie « élevé ».
Dangers particuliers h_z : Niveau de panique faible
Justification : Le nombre de personnes présentes dans la structure est inférieur à 100.
Protection contre l'incendie r_p : Manuel
Justification : Le bâtiment est muni d'un système d'extinction manuel
Protection contre les tensions de pas et de contact : Aucune mesure de protection
Perte par tensions de contact et de pas L_t : 0,001
Justification : Personnes à l'intérieur du bâtiment
Perte par dommages physiques L_f : 0,005
Justification : Structure industrielle

8.4 PRESENTATION DES RESULTATS



Chapitre 9 **CALCUL PROBABILISTE : Répartition biologique** surpresseurs



9.1 **DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE**

Caractéristique de la structure

Facteur d'emplacement $C_{d/b}$	Le bâtiment est entouré par des structures plus petites ou de même hauteur.
Longueur L	22 m
Largeur W	23 m
Hauteur H_b	6 m
Aire Equivalente $A_{d/b}$	$3,14E^{-03} \text{ km}^2$
Type de sol à l'intérieur	Béton

9.2 **CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS**

Liste des lignes entrantes

Ligne Basse Tension
Ligne courant faible (Informations)

Liste des canalisations métalliques* entrantes dans le bâtiment

/

*Les canalisations sont traitées à part. On considère qu'elles font parties de la continuité de la structure, leur équipotentialité devra être assurée par continuité des masses

Caractéristique de la ligne « Alimentation TGBT » :

Type de ligne : Énergie souterrain
Origine de la ligne : EDF
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne : /
Longueur de ligne entre les équipements : 1000 m
Cheminement (aérien, enterré) : Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau : > 4
Désignation de l'équipement reliée dans la structure : TGBT

Caractéristique de la ligne « Télésignalisation » :

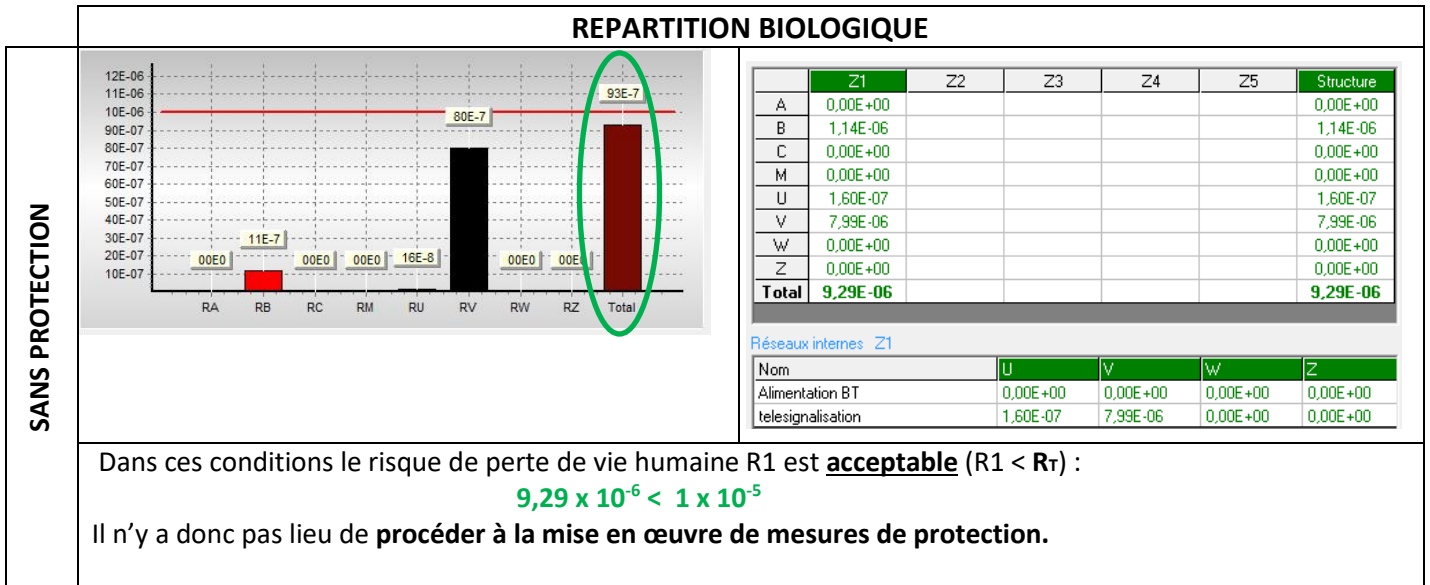
Type de ligne : Signal – souterrain
Origine de la ligne : Signal, capteurs,...
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne : /
Longueur de ligne entre les équipements : 1000 m
Cheminement (aérien, enterré) : Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau : > 1,5

9.3 DEFINITION DES ZONES

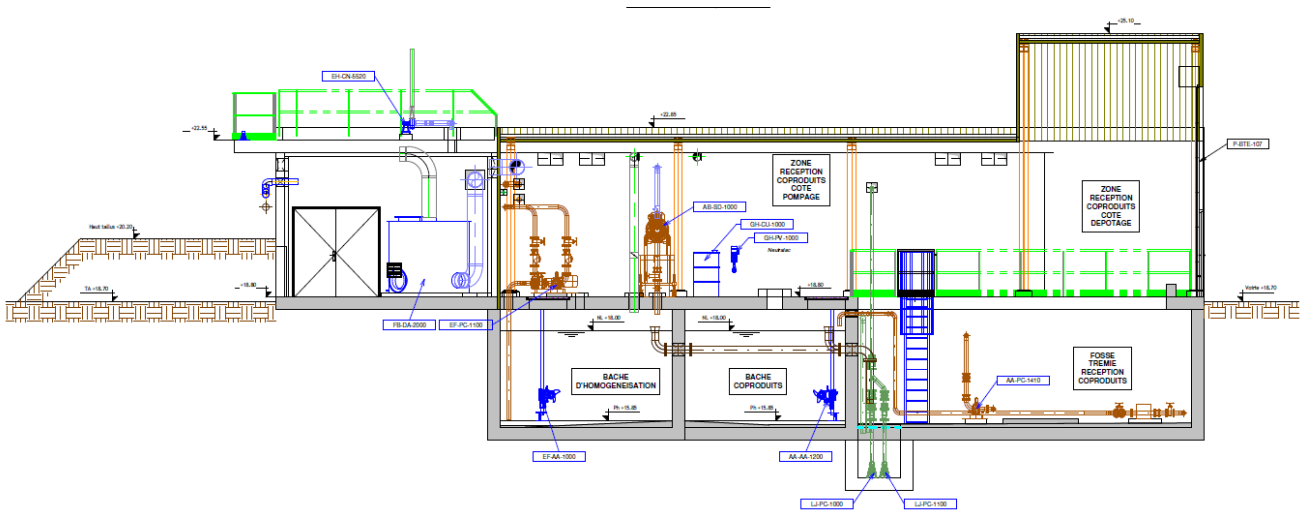
Définition des zones :

Type de sol r_u : Béton
Risque incendie r_f : Ordinaire
Justification : Au vu que la faible quantité de produits comburants. Nous considérons un risque incendie « ordinaire ».
Dangers particuliers h_z : Niveau de panique faible
Justification : Le nombre de personnes présentes dans la structure est inférieur à 100.
Protection contre l'incendie r_p : Manuel
Justification : Le bâtiment est muni d'un système d'extinction manuel
Protection contre les tensions de pas et de contact : Aucune mesure de protection
Perte par tensions de contact et de pas L_t : 0,001
Justification : Personnes à l'intérieur du bâtiment
Perte par dommages physiques L_f : 0,05
Justification : Structure industrielle

9.4 PRESENTATION DES RESULTATS



Chapitre 10 CALCUL PROBABILISTE : Bâtiment coproduits



10.1 DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE

Caractéristique de la structure

Facteur d'emplacement $C_{d/b}$	Le bâtiment est entouré par des structures plus petites ou de même hauteur.
Longueur L	18,6 m
Largeur W	12,8 m
Hauteur H_b	7,1 m
Aire Equivalente $A_{d/b}$	$3,00E^{-03} \text{ km}^2$
Type de sol à l'intérieur	Béton

10.2 CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS

Liste des lignes entrantes

- Ligne Basse Tension
- Ligne courant faible (report d'informations)

Liste des canalisations métalliques* entrantes dans le bâtiment

- Eau

*Les canalisations sont traitées à part. On considère qu'elles font parties de la continuité de la structure, leur équipotentialité devra être assurée par continuité des masses

Caractéristique de la ligne « Alimentation TGBT » :

Type de ligne :	Énergie souterrain
Origine de la ligne :	Bâtiment répartition biologique
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne :	23 x 22 x 6m
Longueur de ligne entre les équipements :	90 m
Cheminement (aérien, enterré) :	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau :	> 4
Désignation de l'équipement reliée dans la structure :	TGBT

Caractéristique de la ligne « Télésignalisation » :

Type de ligne :	Signal – souterrain
Origine de la ligne :	Signal, capteurs,...
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne :	/
Longueur de ligne entre les équipements :	1000 m
Cheminement (aérien, enterré) :	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau :	> 1,5
Désignation de l'équipement reliée dans la structure :	Centrale report d'informations

10.3 DEFINITION DES ZONES

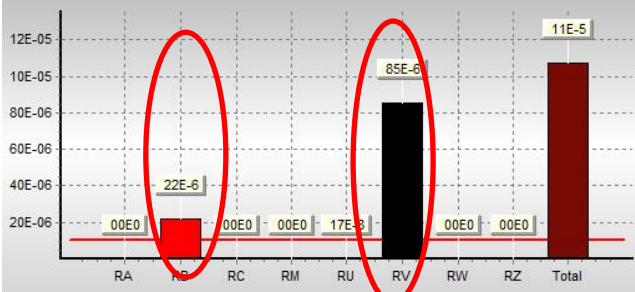
Définition des zones :

Type de sol r_u :	Béton
Risque incendie r_f :	Elevé <i>Justification : Au vu que la quantité de produits comburants et en l'absence de données sur la charge calorifique. Nous considérons un risque incendie « élevé ».</i>
Dangers particuliers h_z :	Niveau de panique faible <i>Justification : Le nombre de personnes présentes dans la structure est inférieur à 100.</i>
Protection contre l'incendie r_p :	Manuel <i>Justification : Le bâtiment est muni d'un système d'extinction manuel</i>
Protection contre les tensions de pas et de contact :	Aucune mesure de protection
Perte par tensions de contact et de pas L_t :	0,001 <i>Justification : Personnes à l'intérieur du bâtiment</i>
Perte par dommages physiques L_f :	0,005 <i>Justification : Structure industrielle</i>

10.4 PRESENTATION DES RESULTATS

SANS PROTECTION

BATIMENT COPRODUITS



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	2,18E-05					2,18E-05
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	1,70E-07					1,70E-07
V	8,52E-05					8,52E-05
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	1,07E-04					1,07E-04

Réseaux internes Z1					
Nom	U	V	W	Z	
Alimentation BT	1,12E-08	5,59E-06	0,00E+00	0,00E+00	
Télésignalisation	1,59E-07	7,96E-05	0,00E+00	0,00E+00	

Dans ces conditions le risque de perte de vie humaine R1 n'est **pas acceptable** ($R1 > R_T$) :

$1,07 \times 10^{-4} > 1 \times 10^{-5}$

Il y a donc lieu de **procéder à la mise en œuvre de mesures de protection.**

AVEC PROTECTION

Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont :

RB : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur la structure)

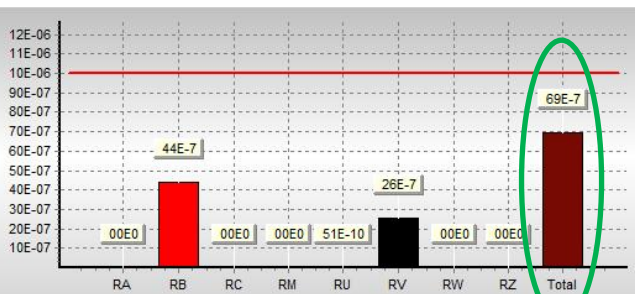
RV : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impact sur le service connecté)

Dans notre cas, nous préconisons afin de réduire les composantes RB et RV sous la valeur tolérable, la mise en place :

- Un système de protection contre la foudre SPF de niveau IV comprenant une protection externe sur la structure.
- Une protection interne par parafoudres de niveau IV en conformité avec les recommandations de la norme NF EN 62305-4 sur les lignes de puissance et de communication.

Avec la mise en œuvre de mesures de protection, le risque de perte de vie humaine R1 devient **acceptable** ($R1 < R_T$) :

$6,94 \times 10^{-6} < 1 \times 10^{-5}$



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	4,37E-06					4,37E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	5,11E-09					5,11E-09
V	2,56E-06					2,56E-06
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	6,94E-06					6,94E-06

Réseaux internes Z1					
Nom	U	V	W	Z	
Alimentation BT	3,35E-10	1,68E-07	0,00E+00	0,00E+00	
Télésignalisation	4,78E-09	2,39E-06	0,00E+00	0,00E+00	

Sélection des mesures de protection

Mesures de protection communes
Niveau du Paratonnerre :IV (Pb = 0,2)

Ligne1: Alimentation BT
Parafoudre d'entrée: niveau IV

Ligne2: Télésignalisation
Parafoudre d'entrée: niveau IV

Afficher le risque

Sans protection

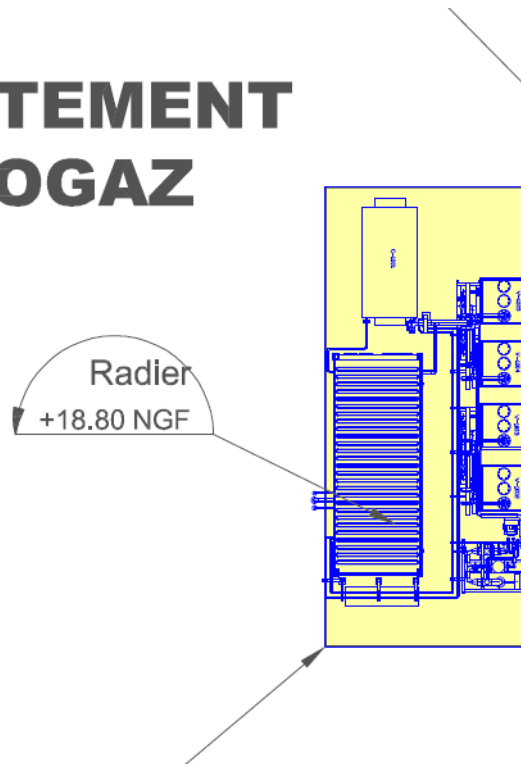
Avec la protection

Supprimer la protection

43/112

Chapitre 11 CALCUL PROBABILISTE : Traitement Biogaz

TRAITEMENT BIOGAZ



11.1 DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE

Caractéristique de la structure

Facteur d'emplacement $C_{d/b}$	Le bâtiment est entouré par des structures plus petites ou de même hauteur.
Longueur L	11 m
Largeur W	5,5 m
Hauteur H_b	7 m
Aire Equivalente $A_{d/b}$	$7,91E^{-03} \text{ km}^2$
Type de sol à l'intérieur	Béton

11.2 CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS

Liste des lignes entrantes

- Ligne Basse Tension
- Ligne courant faible (report d'informations)

Liste des canalisations métalliques* entrantes dans le bâtiment

- Eau

*Les canalisations sont traitées à part. On considère qu'elles font parties de la continuité de la structure, leur équipotentialité devra être assurée par continuité des masses

Caractéristique de la ligne « Alimentation TGBT » :

Type de ligne :	Énergie souterrain
Origine de la ligne :	Bâtiment répartition biologique
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne :	23 x 22 x 6m
Longueur de ligne entre les équipements :	100 m
Cheminement (aérien, enterré) :	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau :	> 4
Désignation de l'équipement reliée dans la structure :	TGBT

Caractéristique de la ligne « Télésignalisation » :

Type de ligne :	Signal – souterrain
Origine de la ligne :	Signal, capteurs,...
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne :	/
Longueur de ligne entre les équipements :	1000 m
Cheminement (aérien, enterré) :	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau :	> 1,5
Désignation de l'équipement reliée dans la structure :	Centrale report d'informations

11.3 DEFINITION DES ZONES

Définition des zones :

Type de sol r_u :	Béton
Risque incendie r_f :	Elevé <i>Justification : Au vu que la quantité de produits comburants et en l'absence de données sur la charge calorifique. Nous considérons un risque incendie « élevé ».</i>
Dangers particuliers h_z :	Niveau de panique faible <i>Justification : Le nombre de personnes présentes dans la structure est inférieur à 100.</i>
Protection contre l'incendie r_p :	Manuel <i>Justification : Le bâtiment est muni d'un système d'extinction manuel</i>
Protection contre les tensions de pas et de contact :	Aucune mesure de protection
Perte par tensions de contact et de pas L_t :	0,001 <i>Justification : Personnes à l'intérieur du bâtiment</i>
Perte par dommages physiques L_f :	0,005 <i>Justification : Structure industrielle</i>

11.4 PRESENTATION DES RESULTATS

BATIMENT TRAITEMENT BIOGAZ

SANS PROTECTION

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	5,75E-05					5,75E-05
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	1,64E-07					1,64E-07
V	8,22E-05					8,22E-05
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	1,40E-04					1,40E-04

Réseaux internes Z1				
Nom	U	V	W	Z
Alimentation BT	8,95E-09	4,47E-06	0,00E+00	0,00E+00
Télésignalisation	1,55E-07	7,77E-05	0,00E+00	0,00E+00

Dans ces conditions le risque de perte de vie humaine R1 n'est **pas acceptable** ($R1 > R_T$) :

$1,40 \times 10^{-4} > 1 \times 10^{-5}$

Il y a donc lieu de **procéder à la mise en œuvre de mesures de protection.**

AVEC PROTECTION

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	5,75E-06					5,75E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	4,93E-09					4,93E-09
V	2,46E-06					2,46E-06
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	8,21E-06					8,21E-06

Réseaux internes Z1				
Nom	U	V	W	Z
Alimentation BT	2,68E-10	1,34E-07	0,00E+00	0,00E+00
Télésignalisation	4,66E-09	2,33E-06	0,00E+00	0,00E+00

Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont :

RB : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur la structure)

RV : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impact sur le service connecté)

Dans notre cas, nous préconisons afin de réduire ces composantes RB et RV sous la valeur tolérable, la mise en place :

- **Un système de protection contre la foudre SPF de niveau III comprenant une protection externe sur la structure.**
- **Une protection interne par parafoudres de niveau III en conformité avec les recommandations de la norme NF EN 62305-4 sur les lignes de puissance et de communication.**

Avec la mise en œuvre de mesures de protection, le risque de perte de vie humaine R1 devient **acceptable** ($R1 < R_T$) :

$8,21 \times 10^{-6} < 1 \times 10^{-5}$

Sélection des mesures de protection

Mesures de protection communes
 Niveau du Paratonnerre : III (Pb = 0,1)

Ligne1: alimentation BT
 Parafoudre d'entrée: niveau III

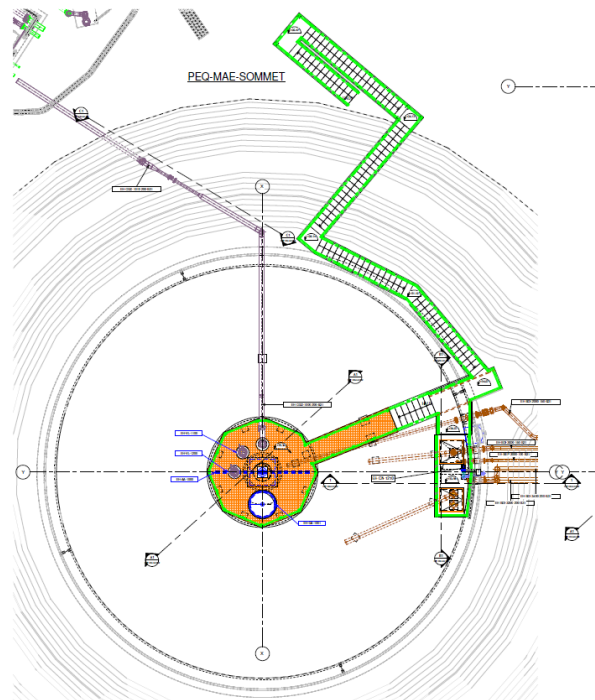
Ligne2: TELESEIGNALISATION
 Parafoudre d'entrée: niveau III

Afficher le risque

Sans protection

Avec la protection

Chapitre 12 CALCUL PROBABILISTE : Digesteur



12.1 DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE

Caractéristique de la structure

Facteur d'emplacement $C_{d/b}$	Le bâtiment est entouré par des structures plus petites ou de même hauteur.
Longueur L	19,20 m
Largeur W	19,20 m
Hauteur H_b	17,4 m
Aire Equivalente $A_{d/b}$	$1,29E^{-02}$ km ²
Type de sol à l'intérieur	Béton

12.2 CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS

Liste des lignes entrantes

Ligne Basse Tension
Ligne courant faible (report d'informations)

Liste des canalisations métalliques* entrantes dans le bâtiment

Gaz

*Les canalisations sont traitées à part. On considère qu'elles font parties de la continuité de la structure, leur équipotentialité devra être assurée par continuité des masses

Caractéristique de la ligne « Alimentation TGBT » :

Type de ligne :	Énergie souterrain
Origine de la ligne :	Bâtiment réparation biologique
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne :	23 x 23 x 6 m
Longueur de ligne entre les équipements :	120 m
Cheminement (aérien, enterré) :	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau :	> 4
Désignation de l'équipement reliée dans la structure :	TGBT

Caractéristique de la ligne « Télésignalisation » :

Type de ligne :	Signal – souterrain
Origine de la ligne :	Signal, capteurs,...
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne :	/
Longueur de ligne entre les équipements :	1000 m
Cheminement (aérien, enterré) :	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau :	> 1,5
Désignation de l'équipement reliée dans la structure :	Centrale report d'informations

12.3 DEFINITION DES ZONES

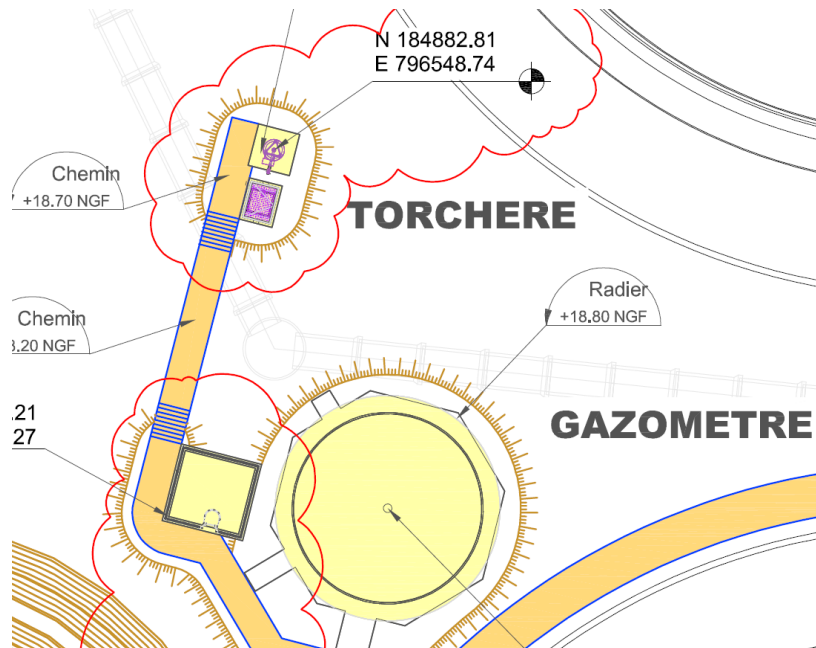
Définition des zones :

Type de sol r_u :	Béton
Risque incendie r_f :	Elevé <i>Justification : Au vu que la quantité de produits comburants et en l'absence de données sur la charge calorifique. Nous considérons un risque incendie « élevé ».</i>
Dangers particuliers h_z :	Niveau de panique faible <i>Justification : Le nombre de personnes présentes dans la structure est inférieur à 100.</i>
Protection contre l'incendie r_p :	Manuel <i>Justification : Le bâtiment est muni d'un système d'extinction manuel</i>
Protection contre les tensions de pas et de contact :	Aucune mesure de protection
Perte par tensions de contact et de pas L_t :	0,001 <i>Justification : Personnes à l'intérieur du bâtiment</i>
Perte par dommages physiques L_f :	0,05 <i>Justification : Structure industrielle</i>

12.4 PRESENTATION DES RESULTATS

	DIGESTEURS																																																																																																															
SANS PROTECTION		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Z1</th> <th>Z2</th> <th>Z3</th> <th>Z4</th> <th>Z5</th> <th>Structure</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>B</td><td>9,38E-05</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>9,38E-05</td></tr> <tr><td>C</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>M</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>U</td><td>1,62E-07</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1,62E-07</td></tr> <tr><td>V</td><td>8,10E-05</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8,10E-05</td></tr> <tr><td>W</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>Z</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>Total</td><td>1,75E-04</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1,75E-04</td></tr> </tbody> </table>							Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure	A	0,00E+00					0,00E+00	B	9,38E-05					9,38E-05	C	0,00E+00					0,00E+00	M	0,00E+00					0,00E+00	U	1,62E-07					1,62E-07	V	8,10E-05					8,10E-05	W	0,00E+00					0,00E+00	Z	0,00E+00					0,00E+00	Total	1,75E-04					1,75E-04																																			
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure																																																																																																									
	A	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																									
B	9,38E-05					9,38E-05																																																																																																										
C	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																										
M	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																										
U	1,62E-07					1,62E-07																																																																																																										
V	8,10E-05					8,10E-05																																																																																																										
W	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																										
Z	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																										
Total	1,75E-04					1,75E-04																																																																																																										
<p>Dans ces conditions le risque de perte de vie humaine R1 n'est pas acceptable ($R1 > R_T$) :</p> <p align="center">$1,75 \times 10^{-4} > 1 \times 10^{-5}$</p> <p>Il y a donc lieu de procéder à la mise en œuvre de mesures de protection.</p>																																																																																																																
<p>Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont :</p> <p>RB : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur la structure)</p> <p>RV : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impact sur le service connecté)</p> <p>Dans notre cas, nous préconisons afin de réduire ces composantes RB et RU sous la valeur tolérable, la mise en place :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un système de protection contre la foudre SPF de niveau II comprenant une protection externe sur la structure. - Une protection interne par parafoudres de niveau II en conformité avec les recommandations de la norme NF EN 62305-4 sur les lignes de puissance et de communication. 																																																																																																																
AVEC PROTECTION		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Z1</th> <th>Z2</th> <th>Z3</th> <th>Z4</th> <th>Z5</th> <th>Structure</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>B</td><td>4,69E-06</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4,69E-06</td></tr> <tr><td>C</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>M</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>U</td><td>3,24E-09</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3,24E-09</td></tr> <tr><td>V</td><td>1,62E-06</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1,62E-06</td></tr> <tr><td>W</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>Z</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>Total</td><td>6,31E-06</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6,31E-06</td></tr> </tbody> </table>							Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure	A	0,00E+00					0,00E+00	B	4,69E-06					4,69E-06	C	0,00E+00					0,00E+00	M	0,00E+00					0,00E+00	U	3,24E-09					3,24E-09	V	1,62E-06					1,62E-06	W	0,00E+00					0,00E+00	Z	0,00E+00					0,00E+00	Total	6,31E-06					6,31E-06																																			
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure																																																																																																									
	A	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																									
B	4,69E-06					4,69E-06																																																																																																										
C	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																										
M	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																										
U	3,24E-09					3,24E-09																																																																																																										
V	1,62E-06					1,62E-06																																																																																																										
W	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																										
Z	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																										
Total	6,31E-06					6,31E-06																																																																																																										
<p>Avec la mise en œuvre de mesures de protection, le risque de perte de vie humaine R1 devient acceptable ($R1 < R_T$) :</p> <p align="center">$6,31 \times 10^{-6} < 1 \times 10^{-5}$</p>																																																																																																																
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Z1</th> <th>Z2</th> <th>Z3</th> <th>Z4</th> <th>Z5</th> <th>Structure</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>B</td><td>4,69E-06</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4,69E-06</td></tr> <tr><td>C</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>M</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>U</td><td>3,24E-09</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3,24E-09</td></tr> <tr><td>V</td><td>1,62E-06</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1,62E-06</td></tr> <tr><td>W</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>Z</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>Total</td><td>6,31E-06</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6,31E-06</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6">Réseaux internes Z1</th> </tr> <tr> <th>Nom</th> <th>U</th> <th>V</th> <th>W</th> <th>Z</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alimentation BT</td> <td>7,78E-09</td> <td>3,89E-06</td> <td>0,00E+00</td> <td>0,00E+00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Télésignalisation</td> <td>1,54E-07</td> <td>7,71E-05</td> <td>0,00E+00</td> <td>0,00E+00</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Sélection des mesures de protection</th> <th>Afficher le risque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Mesures de protection communes Niveau du Paratonnerre : II (Pb = 0,05)</td> <td><input type="radio"/> Sans protection</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ligne1: Alimentation BT Parafoudre d'entrée: niveau II</td> <td><input checked="" type="radio"/> Avec la protection</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ligne2: Télésignalisation Parafoudre d'entrée: niveau II</td> <td><input type="button" value="Supprimer la protection"/></td> </tr> </tbody> </table>								Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure	A	0,00E+00					0,00E+00	B	4,69E-06					4,69E-06	C	0,00E+00					0,00E+00	M	0,00E+00					0,00E+00	U	3,24E-09					3,24E-09	V	1,62E-06					1,62E-06	W	0,00E+00					0,00E+00	Z	0,00E+00					0,00E+00	Total	6,31E-06					6,31E-06	Réseaux internes Z1						Nom	U	V	W	Z		Alimentation BT	7,78E-09	3,89E-06	0,00E+00	0,00E+00		Télésignalisation	1,54E-07	7,71E-05	0,00E+00	0,00E+00		Sélection des mesures de protection		Afficher le risque	Mesures de protection communes Niveau du Paratonnerre : II (Pb = 0,05)		<input type="radio"/> Sans protection	Ligne1: Alimentation BT Parafoudre d'entrée: niveau II		<input checked="" type="radio"/> Avec la protection	Ligne2: Télésignalisation Parafoudre d'entrée: niveau II		<input type="button" value="Supprimer la protection"/>
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure																																																																																																										
A	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																										
B	4,69E-06					4,69E-06																																																																																																										
C	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																										
M	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																										
U	3,24E-09					3,24E-09																																																																																																										
V	1,62E-06					1,62E-06																																																																																																										
W	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																										
Z	0,00E+00					0,00E+00																																																																																																										
Total	6,31E-06					6,31E-06																																																																																																										
Réseaux internes Z1																																																																																																																
Nom	U	V	W	Z																																																																																																												
Alimentation BT	7,78E-09	3,89E-06	0,00E+00	0,00E+00																																																																																																												
Télésignalisation	1,54E-07	7,71E-05	0,00E+00	0,00E+00																																																																																																												
Sélection des mesures de protection		Afficher le risque																																																																																																														
Mesures de protection communes Niveau du Paratonnerre : II (Pb = 0,05)		<input type="radio"/> Sans protection																																																																																																														
Ligne1: Alimentation BT Parafoudre d'entrée: niveau II		<input checked="" type="radio"/> Avec la protection																																																																																																														
Ligne2: Télésignalisation Parafoudre d'entrée: niveau II		<input type="button" value="Supprimer la protection"/>																																																																																																														

Chapitre 13 CALCUL PROBABILISTE : Gazomètre torchère



13.1 DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE

Caractéristique de la structure

Facteur d'emplacement $C_{d/b}$	Le bâtiment est entouré par des structures plus petite ou de même hauteur.
Longueur L	19 m
Largeur W	15 m
Hauteur H_b	11 m
Aire Equivalente $A_{d/b}$	$1,26E^{-02} \text{ km}^2$
Type de sol à l'intérieur	Béton

13.2 CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS

Liste des lignes entrantes

Ligne Basse Tension
Ligne courant faible (report d'informations)

Liste des canalisations métalliques* entrantes dans le bâtiment

Gaz

*Les canalisations sont traitées à part. On considère qu'elles font parties de la continuité de la structure, leur équipotentialité devra être assurée par continuité des masses

Caractéristique de la ligne « Alimentation TGBT » :

Type de ligne :	Énergie souterrain
Origine de la ligne :	Bâtiment réparation biologique
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne :	23 x 23 x 6 m
Longueur de ligne entre les équipements :	120 m
Cheminement (aérien, enterré) :	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau :	> 4
Désignation de l'équipement reliée dans la structure :	TGBT

Caractéristique de la ligne « Télésignalisation » :

Type de ligne :	Signal – souterrain
Origine de la ligne :	Signal, capteurs,...
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne :	/
Longueur de ligne entre les équipements :	1000 m
Cheminement (aérien, enterré) :	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau :	> 1,5
Désignation de l'équipement reliée dans la structure :	Centrale report d'informations

13.3 DEFINITION DES ZONES

Définition des zones :

Type de sol r_u :	Béton
Risque incendie r_f :	Elevé <i>Justification : Au vu que la quantité de produits comburants et en l'absence de données sur la charge calorifique. Nous considérons un risque incendie « élevé ».</i>
Dangers particuliers h_z :	Niveau de panique faible <i>Justification : Le nombre de personnes présentes dans la structure est inférieur à 100.</i>
Protection contre l'incendie r_p :	Manuel <i>Justification : Le bâtiment est muni d'un système d'extinction manuel</i>
Protection contre les tensions de pas et de contact :	Aucune mesure de protection
Perte par tensions de contact et de pas L_t :	0,001 <i>Justification : Personnes à l'intérieur du bâtiment</i>
Perte par dommages physiques L_f :	0,005 <i>Justification : Structure industrielle</i>

13.4 PRESENTATION DES RESULTATS

	BATIMENT GAZOMETRE																																																																																									
SANS PROTECTION		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th></th> <th>Z1</th> <th>Z2</th> <th>Z3</th> <th>Z4</th> <th>Z5</th> <th>Structure</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>B</td><td>9,17E-05</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>9,17E-05</td></tr> <tr><td>C</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>M</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>U</td><td>1,69E-07</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1,69E-07</td></tr> <tr><td>V</td><td>8,44E-05</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8,44E-05</td></tr> <tr><td>W</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>Z</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr style="font-weight:bold;"> <td>Total</td> <td>1,76E-04</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1,76E-04</td> </tr> </tbody> </table>						Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure	A	0,00E+00					0,00E+00	B	9,17E-05					9,17E-05	C	0,00E+00					0,00E+00	M	0,00E+00					0,00E+00	U	1,69E-07					1,69E-07	V	8,44E-05					8,44E-05	W	0,00E+00					0,00E+00	Z	0,00E+00					0,00E+00	Total	1,76E-04					1,76E-04														
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure																																																																																			
A	0,00E+00					0,00E+00																																																																																				
B	9,17E-05					9,17E-05																																																																																				
C	0,00E+00					0,00E+00																																																																																				
M	0,00E+00					0,00E+00																																																																																				
U	1,69E-07					1,69E-07																																																																																				
V	8,44E-05					8,44E-05																																																																																				
W	0,00E+00					0,00E+00																																																																																				
Z	0,00E+00					0,00E+00																																																																																				
Total	1,76E-04					1,76E-04																																																																																				
<p>Dans ces conditions le risque de perte de vie humaine R1 n'est pas acceptable ($R1 > Rr$) :</p> <p align="center" style="color:red;">$1,75 \times 10^{-5} > 1 \times 10^{-5}$</p> <p>Il y a donc lieu de procéder à la mise en œuvre de mesures de protection.</p>																																																																																										
AVEC PROTECTION	<p>Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont :</p> <p>RB : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur la structure)</p> <p>RV : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impact sur le service connecté)</p> <p>Dans notre cas, nous préconisons afin de réduire ces composantes RB et RV sous la valeur tolérable, la mise en place :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un système de protection contre la foudre SPF de niveau II comprenant une protection externe sur la structure. - Une protection interne par parafoudres de niveau II en conformité avec les recommandations de la norme NF EN 62305-4 sur les lignes de puissance et de communication. <p>Avec la mise en œuvre de mesures de protection, le risque de perte de vie humaine R1 devient acceptable ($R1 < Rr$) :</p> <p align="center" style="color:green;">$6,31 \times 10^{-6} < 1 \times 10^{-5}$</p>																																																																																									
		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th></th> <th>Z1</th> <th>Z2</th> <th>Z3</th> <th>Z4</th> <th>Z5</th> <th>Structure</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>B</td><td>4,58E-06</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4,58E-06</td></tr> <tr><td>C</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>M</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>U</td><td>3,37E-09</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3,37E-09</td></tr> <tr><td>V</td><td>1,69E-06</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1,69E-06</td></tr> <tr><td>W</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr><td>Z</td><td>0,00E+00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,00E+00</td></tr> <tr style="font-weight:bold;"> <td>Total</td> <td>6,27E-06</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>6,27E-06</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th>Nom</th> <th>U</th> <th>V</th> <th>W</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ele</td> <td>3,05E-10</td> <td>1,52E-07</td> <td>0,00E+00</td> <td>0,00E+00</td> </tr> <tr> <td>tele</td> <td>3,07E-09</td> <td>1,53E-06</td> <td>0,00E+00</td> <td>0,00E+00</td> </tr> </tbody> </table> <div style="font-size: x-small;"> <p>Sélection des mesures de protection</p> <p>Mesures de protection communes Niveau du Paratonnerre: II (Pb = 0.05)</p> <p>Ligne1: ele Parafoudre d'entrée: niveau II</p> <p>Ligne2: tele Parafoudre d'entrée: niveau II</p> <p align="right"> <input type="radio"/> Sans protection <input checked="" type="radio"/> Avec la protection <input type="button" value="Supprimer la protection"/> </p></div>						Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure	A	0,00E+00					0,00E+00	B	4,58E-06					4,58E-06	C	0,00E+00					0,00E+00	M	0,00E+00					0,00E+00	U	3,37E-09					3,37E-09	V	1,69E-06					1,69E-06	W	0,00E+00					0,00E+00	Z	0,00E+00					0,00E+00	Total	6,27E-06					6,27E-06	Nom	U	V	W	Z	ele	3,05E-10	1,52E-07	0,00E+00	0,00E+00	tele	3,07E-09	1,53E-06	0,00E+00
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure																																																																																				
A	0,00E+00					0,00E+00																																																																																				
B	4,58E-06					4,58E-06																																																																																				
C	0,00E+00					0,00E+00																																																																																				
M	0,00E+00					0,00E+00																																																																																				
U	3,37E-09					3,37E-09																																																																																				
V	1,69E-06					1,69E-06																																																																																				
W	0,00E+00					0,00E+00																																																																																				
Z	0,00E+00					0,00E+00																																																																																				
Total	6,27E-06					6,27E-06																																																																																				
Nom	U	V	W	Z																																																																																						
ele	3,05E-10	1,52E-07	0,00E+00	0,00E+00																																																																																						
tele	3,07E-09	1,53E-06	0,00E+00	0,00E+00																																																																																						

Chapitre 14 **CALCUL PROBABILISTE : Zone d'exploitation**



14.1 **DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE**

Caractéristique de la structure

Facteur d'emplacement $C_{d/b}$	Le bâtiment est entouré par des structures plus haut ou de même hauteur.
Longueur L	42 m
Largeur W	35 m
Hauteur H_b	4 m
Aire Equivalente $A_{d/b}$	$3,77E^{-02}$ km ²
Type de sol à l'intérieur	Béton

14.2 **CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS**

Liste des lignes entrantes

Ligne Basse Tension
Ligne courant faible (report d'informations)

Liste des canalisations métalliques* entrantes dans le bâtiment

Gaz

*Les canalisations sont traitées à part. On considère qu'elles font parties de la continuité de la structure, leur équipotentialité devra être assurée par continuité des masses

Caractéristique de la ligne « Alimentation TGBT » :

Type de ligne : Énergie souterrain
Origine de la ligne : Bâtiment réparation biologique
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne : /
Longueur de ligne entre les équipements : 5 m
Cheminement (aérien, enterré) : Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau : > 4
Désignation de l'équipement reliée dans la structure : TGBT

Caractéristique de la ligne « Télésignalisation » :

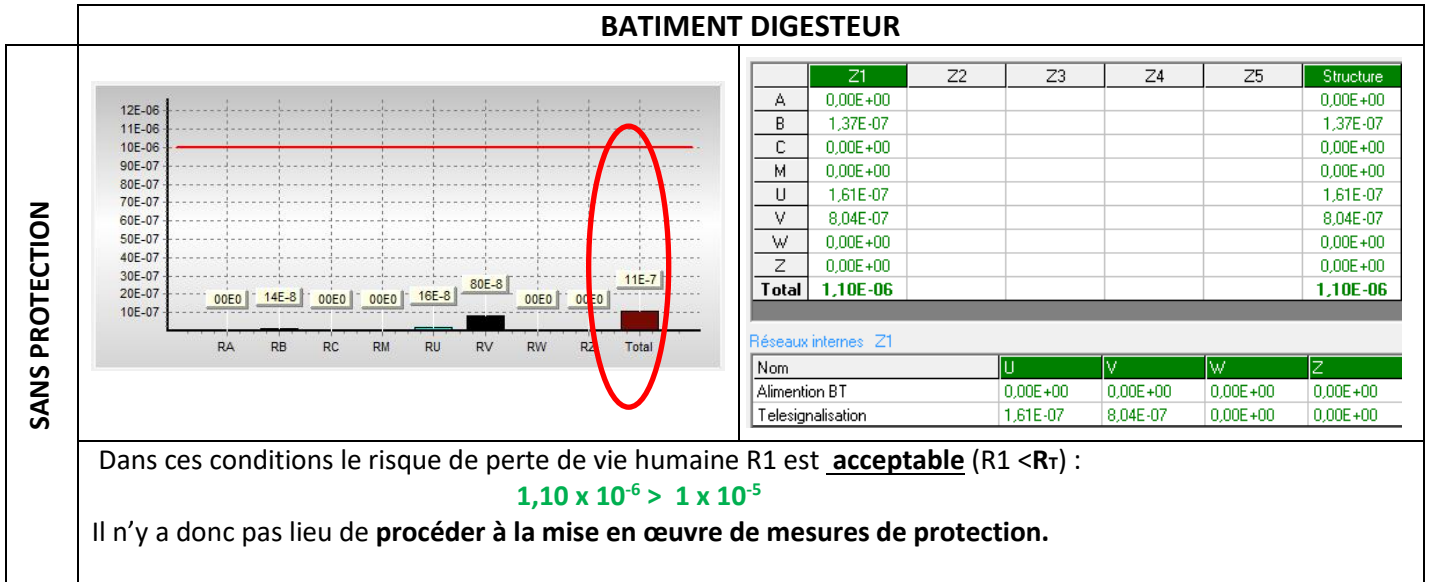
Type de ligne : Signal – souterrain
Origine de la ligne : Signal, capteurs,...
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne : /
Longueur de ligne entre les équipements : 1000 m
Cheminement (aérien, enterré) : Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau : > 1,5
Désignation de l'équipement reliée dans la structure : Centrale report d'informations

14.3 DEFINITION DES ZONES

Définition des zones :

Type de sol r_u : Béton
Risque incendie r_f : Elevé
Justification : Au vu que la quantité de produits comburants et en l'absence de données sur la charge calorifique. Nous considérons un risque incendie « élevé ».
Dangers particuliers h_z : Niveau de panique faible
Justification : Le nombre de personnes présentes dans la structure est inférieur à 100.
Protection contre l'incendie r_p : Manuel
Justification : Le bâtiment est muni d'un système d'extinction manuel
Protection contre les tensions de pas et de contact : Aucune mesure de protection
Perte par tensions de contact et de pas L_t : 0,001
Justification : Personnes à l'intérieur du bâtiment
Perte par dommages physiques L_f : 0,05
Justification : Structure industrielle

14.4 PRESENTATION DES RESULTATS



Chapitre 15 CALCUL PROBABILISTE : Bureau administratif



15.1 DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE

Caractéristique de la structure

Facteur d'emplacement $C_{d/b}$	Le bâtiment est entouré par des structures plus haut ou de même hauteur.
Longueur L	59 m
Largeur W	20 m
Hauteur H_b	4 m
Aire Equivalente $A_{d/b}$	$3,53E^{-02}$ km ²
Type de sol à l'intérieur	Béton

15.2 CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS

Liste des lignes entrantes

Ligne Basse Tension
Ligne courant faible (report d'informations)

Liste des canalisations métalliques* entrantes dans le bâtiment

Gaz

**Les canalisations sont traitées à part. On considère qu'elles font parties de la continuité de la structure, leur équipotentialité devra être assurée par continuité des masses*

Caractéristique de la ligne « Alimentation TGBT » :

Type de ligne : Énergie souterrain
Origine de la ligne : Bureau administratif
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne : /
Longueur de ligne entre les équipements : 5 m
Cheminement (aérien, enterré) : Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau : > 4
Désignation de l'équipement reliée dans la structure : TGBT

Caractéristique de la ligne « Télésignalisation » :

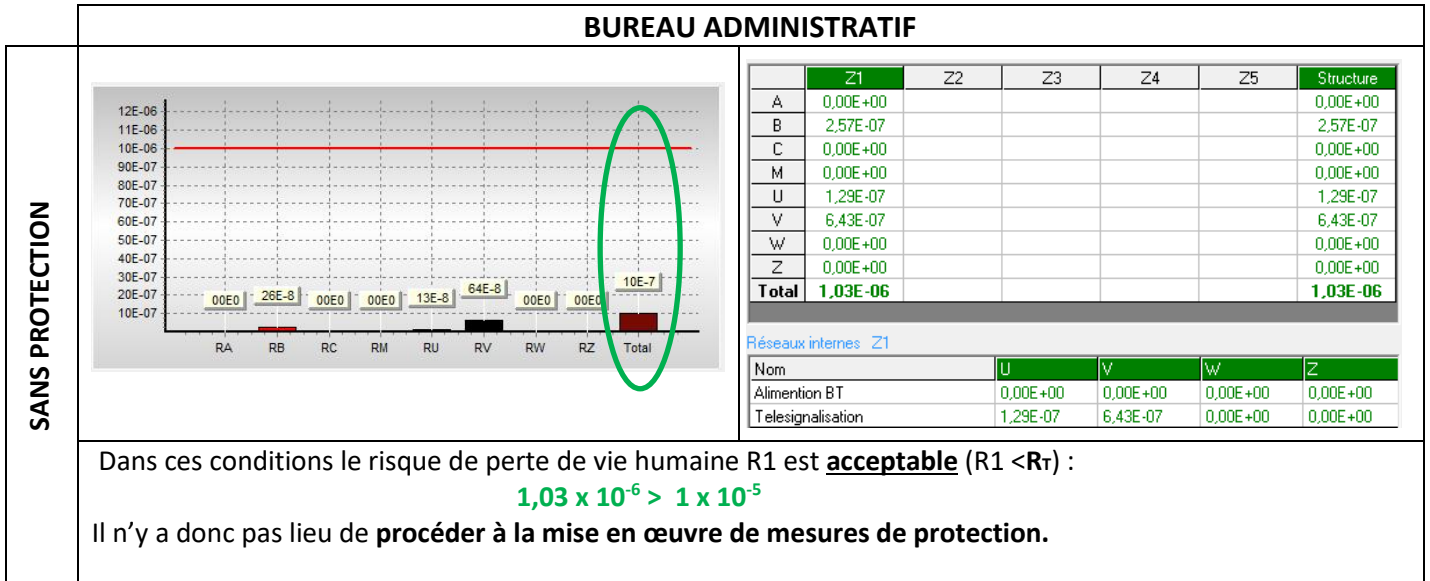
Type de ligne : Signal – souterrain
Origine de la ligne : Signal, capteurs,...
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne : /
Longueur de ligne entre les équipements : 1000 m
Cheminement (aérien, enterré) : Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau : > 1,5
Désignation de l'équipement reliée dans la structure : Centrale report d'informations

15.3 DEFINITION DES ZONES

Définition des zones :

Type de sol r_u : Béton
Risque incendie r_f : Faible
Justification : Au vu que qu'il y pas de quantité de carburant ou de produit chimique, l'absence de données sur la charge calorifique. Nous considérons un risque incendie « élevé ».
Dangers particuliers h_z : Niveau de panique faible
Justification : Le nombre de personnes présentes dans la structure est inférieur à 100.
Protection contre l'incendie r_p : Manuel
Justification : Le bâtiment est muni d'un système d'extinction manuel
Protection contre les tensions de pas et de contact : Aucune mesure de protection
Perte par tensions de contact et de pas L_t : 0,001
Justification : Personnes à l'intérieur du bâtiment
Perte par dommages physiques L_f : 0,05
Justification : Structure industrielle

15.4 PRESENTATION DES RESULTATS



Chapitre 16 **CALCUL PROBABILISTE : Silo**



16.1 **DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE**

Caractéristique de la structure

Facteur d'emplacement $C_{d/b}$	Le bâtiment est entouré par des structures plus petite ou de même hauteur.
Longueur L	4 m
Largeur W	4,5 m
Hauteur H_b	17 m
Aire Equivalente $A_{d/b}$	$9,06E^{-03}$ km ²
Type de sol à l'intérieur	Béton

16.2 **CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS**

Liste des lignes entrantes

Ligne Basse Tension
Ligne courant faible (report d'informations)

Liste des canalisations métalliques* entrantes dans le bâtiment

/

**Les canalisations sont traitées à part. On considère qu'elles font parties de la continuité de la structure, leur équipotentialité devra être assurée par continuité des masses*

Caractéristique de la ligne « Alimentation TGBT » :

Type de ligne : Énergie souterrain
Origine de la ligne : Bâtiment réparation biologique
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne : 23 x 23 x 6 m
Longueur de ligne entre les équipements : 30 m
Cheminement (aérien, enterré) : Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau : > 4
Désignation de l'équipement reliée dans la structure : TGBT

Caractéristique de la ligne « Télésignalisation » :

Type de ligne : Signal – souterrain
Origine de la ligne : Signal, capteurs,...
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne : /
Longueur de ligne entre les équipements : 1000 m
Cheminement (aérien, enterré) : Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau : > 1,5
Désignation de l'équipement reliée dans la structure : Centrale report d'informations

16.3 DEFINITION DES ZONES

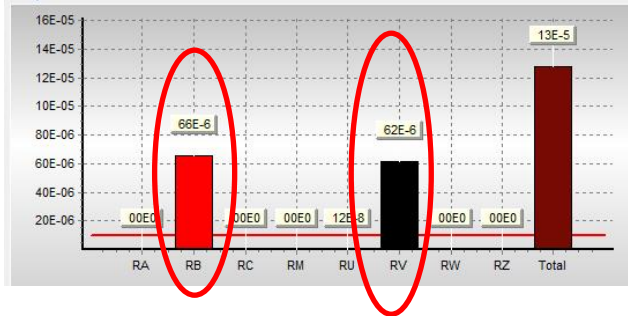
Définition des zones :

Type de sol r_u : Béton
Risque incendie r_f : Elevé
Justification : Au vu des produits chimiques et en l'absence de données sur la charge calorifique. Nous considérons un risque incendie « élevé ».
Dangers particuliers h_z : Niveau de panique faible
Justification : Le nombre de personnes présentes dans la structure est inférieur à 100.
Protection contre l'incendie r_p : Manuel
Justification : Le bâtiment est muni d'un système d'extinction manuel
Protection contre les tensions de pas et de contact : Aucune mesure de protection
Perte par tensions de contact et de pas L_t : 0,001
Justification : Personnes à l'intérieur du bâtiment
Perte par dommages physiques L_f : 0,05
Justification : Structure industrielle

16.4 PRESENTATION DES RESULTATS

SILO

SANS PROTECTION



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	6,59E-05					6,59E-05
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	1,24E-07					1,24E-07
V	6,18E-05					6,18E-05
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	1,28E-04					1,28E-04

Réseaux internes Z1

Nom	U	V	W	Z
Alimentation BT	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Telesignalisation	1,24E-07	6,18E-05	0,00E+00	0,00E+00

Dans ces conditions le risque de perte de vie humaine R1 n'est **pas acceptable** ($R1 > R_T$) :

$$1,28 \times 10^{-4} > 1 \times 10^{-5}$$

Il y a donc lieu de **procéder à la mise en œuvre de mesures de protection.**

AVEC PROTECTION

Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont :

RB : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur la structure)

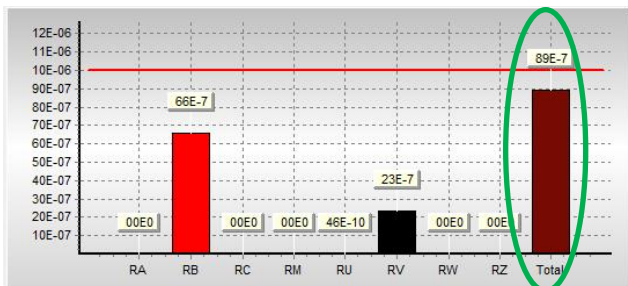
RV : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impact sur le service connecté)

Dans notre cas, nous préconisons afin de réduire ces composantes RB et RV sous la valeur tolérable, la mise en place :

- Un système de protection contre la foudre SPF de niveau III comprenant une protection externe sur la structure.
- Une protection interne par parafoudres de niveau III en conformité avec les recommandations de la norme NF EN 62305-4 sur les lignes de puissance et de communication.

Avec la mise en œuvre de mesures de protection, le risque de perte de vie humaine R1 devient **acceptable** ($R1 < R_T$) :

$$8,91 \times 10^{-6} < 1 \times 10^{-5}$$



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	6,59E-06					6,59E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	4,63E-09					4,63E-09
V	2,32E-06					2,32E-06
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	8,91E-06					8,91E-06

Réseaux internes Z1

Nom	U	V	W	Z
Alimentation BT	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Telesignalisation	4,63E-09	2,32E-06	0,00E+00	0,00E+00

Annexe n°1

Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre

TRAITEMENT DES BOUES

L'analyse de risque est effectuée à l'aide du logiciel JUPITER VERSION 2.0
conforme à la norme NF EN 62305-2

Le contenu de l'annexe est extrait du logiciel Jupiter 2.0 qui est responsable de sa cohérence de rédaction. Seules les données d'entrée du calcul sont insérées par 1G Foudre.

Annexe n°2

Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre

DECANTEURS

L'analyse de risque est effectuée à l'aide du logiciel JUPITER VERSION 2.0
conforme à la norme NF EN 62305-2

Le contenu de l'annexe est extrait du logiciel Jupiter 2.0 qui est responsable de sa cohérence de rédaction. Seules les données d'entrée du calcul sont insérées par 1G Foudre.

INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroiement.
 - 4.2 Données de la structure.
 - 4.3 Données des lignes électriques.
 - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
 - 6.1 Risque R_1 perte en vies humaines
 - 6.1.1 Calcul du risque R_1
 - 6.1.2 Evaluation des risques R_1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions.

Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiemnt

Densité de foudroiemnt dans la ville de où se trouve la structure :

$$N_g = 2,9 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 26 B (m): 26 H (m): 3

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :

- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Alimentation BT
- Ligne Telecom: telesignalisation

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre LEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: Décanteurs

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice *Caractéristiques des zones*.

5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition Ad due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition Am due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition Ai et Ai pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode

d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*.

Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: Décanteurs

RB: 1,49E-07

RU(Alimentation BT): 7,48E-09

RV(Alimentation BT): 3,74E-08

RU(Instrumentation): 1,61E-07

RV(Instrumentation): 8,06E-07

Total: 1,16E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,16E-06

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 1,16E-06 est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total R1 = 1,16E-06 est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05, il n'est pas nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire.

8. CONCLUSIONS

Risque inférieur au risque tolérable: R1

SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA Foudre.

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 28 B (m): 28 H (m): 3

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits (Cd = 0,5)

Blindage de structure : Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km² an) Ng = 2,91

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) $L_c = 55$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): urbain ($10 < h < 20$ m)

Caractéristiques des lignes: telesignalisation

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): urbain ($10 < h < 20$ m)

Blindage (ohm / km)connecté à la même bar équipotentielle de l'équipement: $5 < R \leq 20$ ohm/km

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Décanteurs

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: faible ($r_f = 0,001$)

Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneAlimentation BT

Connecté à la ligne Alimentation BT

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)

Tension de tenue: 4,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneInstrumentation

Connecté à la ligne telesignalisation

câblage: câble blindé $5 < R \leq 20$ ohm / km ($K_{s3} = 0,001$)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Décanteurs

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R_1) $L_t = 0,001$

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R_1) $L_f = 0,05$

Risque et composantes du risque pour la zone: Décanteurs

Risque 1: R_b R_u R_v

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 2,05E-03 \text{ km}^2$
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,25E-01 \text{ km}^2$
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 2,98E-03$
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 6,52E-01$
Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (A_l) et aux coups de foudre à proximité (A_i) des lignes:

Alimentation BT
 $A_l = 0,001029 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,030746 \text{ km}^2$

telesignalisation
 $A_l = 0,022159 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (N_l), et aux coups de foudre à proximité (N_i) des lignes:

Alimentation BT
 $N_l = 0,000748$
 $N_i = 0,008947$

telesignalisation
 $N_l = 0,016121$
 $N_i = 0,162674$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Décanteurs
 $P_a = 1,00E+00$
 $P_b = 1,0$
 P_c (Alimentation BT) = $1,00E+00$
 P_c (Instrumentation) = $1,00E+00$
 $P_c = 1,00E+00$
 P_m (Alimentation BT) = $1,00E-04$
 P_m (Instrumentation) = $1,00E-04$
 $P_m = 2,00E-04$
 P_u (Alimentation BT) = $1,00E+00$
 P_v (Alimentation BT) = $1,00E+00$
 P_w (Alimentation BT) = $1,00E+00$
 P_z (Alimentation BT) = $2,00E-01$
 P_u (Instrumentation) = $1,00E+00$
 P_v (Instrumentation) = $1,00E+00$
 P_w (Instrumentation) = $1,00E+00$
 P_z (Instrumentation) = $1,50E-01$

Annexe n°3

Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre

CLARIFICATEURS

**L'analyse de risque est effectuée à l'aide du logiciel JUPITER VERSION 2.0
conforme à la norme NF EN 62305-2**

Le contenu de l'annexe est extrait du logiciel Jupiter 2.0 qui est responsable de sa cohérence de rédaction. Seules les données d'entrée du calcul sont insérées par 1G Foudre.

INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroïement.
 - 4.2 Données de la structure.
 - 4.3 Données des lignes électriques.
 - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
 - 6.1 Risque R_1 perte en vies humaines
 - 6.1.1 Calcul du risque R_1
 - 6.1.2 Evaluation des risques R_1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions.

Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

Densité de foudroiement dans la ville de où se trouve la structure :

$$N_g = 2,9 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 62 B (m): 62 H (m): 3

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :

- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Alimentation BT
- Ligne Telecom: Telesignalisation

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre LEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: Bassin Clarificateur

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice *Caractéristiques des zones*.

5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition A_m due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*.

Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: Bassin Clarificateur

RB: 1,24E-06

RU(Alim): 4,39E-09

RV(Alim): 1,10E-07

RU(Tele): 6,45E-08

RV(Tele): 1,61E-06

Total: 3,03E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 3,03E-06

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 3,03E-06$ est inférieur au risque tolérable $RT = 1E-05$

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total $R1 = 3,03E-06$ est inférieur au risque tolérable $RT = 1E-05$, il n'est pas nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire.

8. CONCLUSIONS

Risque inférieur au risque tolérable: R1

SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA Foudre.

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 62 B (m): 62 H (m): 3

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts ($C_d = 0,25$)

Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/km^2 an$) $N_g = 2,91$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) $L_c = 36$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): urbain ($10 < h < 20$ m)

Caractéristiques des lignes: Telesignalisation

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): urbain ($10 < h < 20$ m)

Blindage (ohm / km)connecté à la même bar équipotentielle de l'équipement: $R \leq 1$ ohm/km

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Bassin Clarificateur

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: ordinaire ($r_f = 0,01$)

Danger particulier: Pas de risque particulier ($h = 1$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneAlim

Connecté à la ligne Alimentation BT

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 50 m^2 ($K_{s3} = 1$)

Tension de tenue: 4,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneTele

Connecté à la ligne Telesignalisation

câblage: câble blindé $R \leq 1$ ohm / km ($K_{s3} = 0,0001$)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Bassin Clarificateur

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R_1) $L_t = 0,001$

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R_1) $L_f = 0,05$

Risque et composantes du risque pour la zone:Bassin Clarificateur

Risque 1: R_b R_u R_v

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 6,82E-03 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,65E-01 \text{ km}^2$
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 4,96E-03$
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 7,66E-01$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (A_l) et aux coups de foudre à proximité (A_i) des lignes:

Alimentation BT

$A_l = 0,000604 \text{ km}^2$

$A_i = 0,020125 \text{ km}^2$

Telesignalisation

$A_l = 0,022159 \text{ km}^2$

$A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (N_l), et aux coups de foudre à proximité (N_i) des lignes:

Alimentation BT

$N_l = 0,000439$

$N_i = 0,005856$

Telesignalisation

$N_l = 0,016121$

$N_i = 0,162674$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Bassin Clarificateur

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

$P_c (\text{Alim}) = 1,00E+00$

$P_c (\text{Tele}) = 1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

$P_m (\text{Alim}) = 9,90E-01$

$P_m (\text{Tele}) = 1,00E-04$

$P_m = 9,90E-01$

$P_u (\text{Alim}) = 1,00E+00$

$P_v (\text{Alim}) = 1,00E+00$

$P_w (\text{Alim}) = 1,00E+00$

$P_z (\text{Alim}) = 2,00E-01$

$P_u (\text{Tele}) = 4,00E-01$

$P_v (\text{Tele}) = 4,00E-01$

$P_w (\text{Tele}) = 4,00E-01$

$P_z (\text{Tele}) = 2,00E-02$

Annexe n°4

Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre

REPARTITION BIOLOGIQUE SURPRESSEURS

**L'analyse de risque est effectuée à l'aide du logiciel JUPITER VERSION 2.0
conforme à la norme NF EN 62305-2**

Le contenu de l'annexe est extrait du logiciel Jupiter 2.0 qui est responsable de sa cohérence de rédaction. Seules les données d'entrée du calcul sont insérées par 1G FOUFRE.

INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroisement.
 - 4.2 Données de la structure.
 - 4.3 Données des lignes électriques.
 - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
 - 6.1 Risque R_1 perte en vies humaines
 - 6.1.1 Calcul du risque R_1
 - 6.1.2 Evaluation des risques R_1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions.

Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

Densité de foudroiement dans la ville de où se trouve la structure :

$$N_g = 2,9 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 22 B (m): 23 H (m): 6

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :

- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Alimentation BT
- Ligne Telecom: Telesignalisation

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre LEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: Répartition biologique

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice *Caractéristiques des zones*.

5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition Ad due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition Am due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition Ai et Ai pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*. Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: Répartition biologique

RB: 1,14E-06

RU(Alim): 0,00E+00

RV(Alim): 0,00E+00

RU(tele): 1,60E-07

RV(tele): 7,99E-06

Total: 9,29E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 9,29E-06

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 9,29E-06$ est inférieur au risque tolérable $RT = 1E-05$

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total $R1 = 9,29E-06$ est inférieur au risque tolérable $RT = 1E-05$, il n'est pas nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire.

8. CONCLUSIONS

Risque inférieur au risque tolérable: R1

SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA Foudre.

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 22 B (m): 23 H (m): 6

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts ($C_d = 0,25$)

Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 2,91$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) $L_c = 2$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): urbain ($10 < h < 20 \text{ m}$)

Caractéristiques des lignes: Telesignalisation

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): urbain ($10 < h < 20 \text{ m}$)

Blindage (ohm / km)connecté à la même bar équipotentielle de l'équipement: $5 < R \leq 20 \text{ ohm/km}$

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Répartition biologique

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: élevé ($r_f = 0,1$)

Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneAlim

Connecté à la ligne Alimentation BT

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 50 m^2 ($K_{s3} = 1$)

Tension de tenue: 4,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux internetele

Connecté à la ligne Telesignalisation
câblage: câble blindé $R \leq 1 \text{ ohm / km}$ ($Ks3 = 0,0001$)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($Pspd = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Répartition biologique
Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) $Lt = 0,001$
Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) $Lf = 0,005$

Risque et composantes du risque pour la zone: Répartition biologique
Risque 1: $Rb \quad Ru \quad Rv$

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $Ad = 3,14E-03 \text{ km}^2$
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $Am = 2,19E-01 \text{ km}^2$
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $Nd = 2,28E-03$
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $Nm = 6,35E-01$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (Al) et aux coups de foudre à proximité (Ai) des lignes:

Alimentation BT
 $Al = 0,000000 \text{ km}^2$
 $Ai = 0,001118 \text{ km}^2$

Telesignalisation
 $Al = 0,021958 \text{ km}^2$
 $Ai = 0,559017 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (Nl), et aux coups de foudre à proximité (Ni) des lignes:

Alimentation BT
 $Nl = 0,000000$
 $Ni = 0,000325$

Telesignalisation
 $Nl = 0,015975$
 $Ni = 0,162674$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Répartition biologique

$$Pa = 1,00E+00$$

$$Pb = 1,0$$

$$Pc (Alim) = 1,00E+00$$

$$Pc (tele) = 1,00E+00$$

$$Pc = 1,00E+00$$

$$Pm (Alim) = 9,90E-01$$

$$Pm (tele) = 1,00E-04$$

$$Pm = 9,90E-01$$

$$Pu (Alim) = 1,00E+00$$

$$Pv (Alim) = 1,00E+00$$

$$Pw (Alim) = 1,00E+00$$

$$Pz (Alim) = 2,00E-01$$

$$Pu (tele) = 1,00E+00$$

$$Pv (tele) = 1,00E+00$$

$$Pw (tele) = 1,00E+00$$

$$Pz (tele) = 1,50E-01$$

Annexe n°5

Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre **TRAITEMENT BIOGAZ**

L'analyse de risque est effectuée à l'aide du logiciel JUPITER VERSION 2.0
conforme à la norme NF EN 62305-2

Le contenu de l'annexe est extrait du logiciel Jupiter 2.0 qui est responsable de sa cohérence de rédaction. Seules les données d'entrée du calcul sont insérées par 1G Foudre.

INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroiemment.
 - 4.2 Données de la structure.
 - 4.3 Données des lignes électriques.
 - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
 - 6.1 Risque R_1 perte en vies humaines
 - 6.1.1 Calcul du risque R_1
 - 6.1.2 Evaluation des risques R_1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions.

Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

Densité de foudroiement dans la ville de où se trouve la structure :

$$N_g = 2,9 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 11 B (m): 5,5 H (m): 15

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :

- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: alimentation BT
- Ligne Telecom: TELESIGNALISATION

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre LEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: BIOGAZ

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice *Caractéristiques des zones*.

5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition A_m due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*.

Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: bIOGAZ

RB: 5,75E-05

RU(Alimentation BT): 8,95E-09

RV(Alimentation BT): 4,47E-06

RU(Télésignalisation): 1,55E-07

RV(Télésignalisation): 7,77E-05

Total: 1,40E-04

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,40E-04

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 1,40E-04 est plus grand que le risque tolérable RT = 1E-05, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. Composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - bIOGAZ

RD = 41,1449 %

RI = 58,8551 %

Total = 100 %

RS = 0,1175 %

RF = 99,8825 %

RO = 0 %

Total = 100 %

où:

- RD = RA + RB + RC

- RI = RM + RU + RV + RW + RZ

- RS = RA + RU

- RF = RB + RV

- RO = RM + RC + RW + RZ

et :

- RD est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure

- RI est le risque dû aux coups de foudre ayant une influence sur la structure bien que ne la frappant pas directement

- RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants

- RF est le risque dû aux dommages physiques

- RO est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

Les valeurs énumérées ci-dessus, montrent que le risque R1 de la structure est essentiellement présent dans les zones suivantes :

Z1 - bIOGAZ (100 %)

- essentiellement due à dommages physiques

- principalement en raison de coups de foudre frappant la structure et coups de foudre influençant la structure, mais ne la frappant pas directement
- la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant les composantes du risque :
 - RB = 41,1449 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure
 - RV (Télésignalisation) = 55,5390 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Afin de réduire le risque R1 au-dessous du risque tolérable $RT = 1E-05$, il est nécessaire d'agir sur les éléments de risque suivants:

- RB dans les zones:
 - Z1 - BIOGAZ
- RV dans les zones:
 - Z1 - BIOGAZ

en utilisant au moins une des mesures de protection possibles suivantes:

- pour la composante du risque B:
 - 1) Paratonnerre
 - 2) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
- pour la composante du risque V:
 - 1) Paratonnerre
 - 2) Parafoudre à l'entrée de la ligne
 - 3) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
 - 4) L'augmentation de la tension de tenue des équipements

Afin de protéger la structure les mesures de protection suivantes sont sélectionnées:

- installer un Paratonnerre de niveau IV ($P_b = 0,1$)
- Pour la ligne Ligne1 - alimentation BT:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne2 - TELESIGNALISATION :
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV

Le risque R4 n'a pas été évalué parce que le client n'a pas demandé d'analyse économique.

Les mesures de protection sélectionnées modifient les paramètres et composantes du risque. Les valeurs des paramètres du risque liées à la structure protégée sont énumérés ci-dessous.

Zone Z1: BIOGAZ

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 0,1$

P_c (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_c (Télésignalisation) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (Alimentation BT) = $1,00E-04$

P_m (Télésignalisation) = $1,00E-04$
 P_m = $2,00E-04$
 P_u (Alimentation BT) = $3,00E-02$
 P_v (Alimentation BT) = $3,00E-02$
 P_w (Alimentation BT) = $1,00E+00$
 P_z (Alimentation BT) = $2,00E-01$
 P_u (Télésignalisation) = $3,00E-02$
 P_v (Télésignalisation) = $3,00E-02$
 P_w (Télésignalisation) = $1,00E+00$
 P_z (Télésignalisation) = $1,50E-01$
 r_a = 0,01
 r_p = 0,5
 r_f = 0,1
 h = 2

Risque R1: pertes en vies humaines

Les valeurs des composantes de risque pour la structure protégées sont énumérées ci-dessous.

Z1: BIOGAZ
RB: $5,75E-06$
RU(Alimentation BT): $2,68E-10$
RV(Alimentation BT): $1,34E-07$
RU(Télésignalisation): $4,66E-09$
RV(Télésignalisation): $2,33E-06$
Total: $8,21E-06$

Valeur du risque total R1 pour la structure : $8,21E-06$

8. CONCLUSIONS

Après la mise en place des mesures de protection (qui doivent être correctement conçus), l'évaluation du risque est :

Risque inférieur au risque tolérable:R1

SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA Foudre.

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 11 B (m): 5,5 H (m): 15

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($C_d = 0,5$)

Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 2,91$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: alimentation BT

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) $L_c = 100$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): urbain ($10 < h < 20 \text{ m}$)

Caractéristiques des lignes: TELESIGNALISATION

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): urbain ($10 < h < 20 \text{ m}$)

Blindage (ohm / km)connecté à la même bar équipotentielle de l'équipement: $5 < R \leq 20 \text{ ohm/km}$

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: bIOGAZ

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: élevé ($r_f = 0,1$)

Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneAlimentation BT

Connecté à la ligne alimentation BT

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)

Tension de tenue: 4,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneTélésignalisation

Connecté à la ligne TELESIGNALISATION

câblage: câble blindé $5 < R \leq 20 \text{ ohm / km}$ ($K_{s3} = 0,001$)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:bIOGAZ

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R_1) $L_t = 0,001$

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) $L_f = 0,05$

Risque et composantes du risque pour la zone: bIOGAZ

Risque 1: R_b R_u R_v

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 7,91E-03$ km²

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,05E-01$ km²

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 1,15E-02$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 5,85E-01$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (A_l) et aux coups de foudre à proximité (A_i) des lignes:

alimentation BT

$A_l = 0,001230$ km²

$A_i = 0,055902$ km²

TELESIGNALISATION

$A_l = 0,021354$ km²

$A_i = 0,559017$ km²

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (N_l), et aux coups de foudre à proximité (N_i) des lignes:

alimentation BT

$N_l = 0,000895$

$N_i = 0,016267$

TELESIGNALISATION

$N_l = 0,015535$

$N_i = 0,162674$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: bIOGAZ

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

P_c (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_c (Télésignalisation) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (Alimentation BT) = $1,00E-04$
 P_m (Télésignalisation) = $1,00E-04$
 P_m = $2,00E-04$
 P_u (Alimentation BT) = $1,00E+00$
 P_v (Alimentation BT) = $1,00E+00$
 P_w (Alimentation BT) = $1,00E+00$
 P_z (Alimentation BT) = $2,00E-01$
 P_u (Télésignalisation) = $1,00E+00$
 P_v (Télésignalisation) = $1,00E+00$
 P_w (Télésignalisation) = $1,00E+00$
 P_z (Télésignalisation) = $1,50E-01$

Annexe n°6

Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre

DIGESTEUR

L'analyse de risque est effectuée à l'aide du logiciel JUPITER VERSION 2.0

conforme à la norme NF EN 62305-2

Le contenu de l'annexe est extrait du logiciel Jupiter 2.0 qui est responsable de sa cohérence de rédaction. Seules les données d'entrée du calcul sont insérées par 1G Foudre.

INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroisement.
 - 4.2 Données de la structure.
 - 4.3 Données des lignes électriques.
 - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
 - 6.1 Risque R_1 perte en vies humaines
 - 6.1.1 Calcul du risque R_1
 - 6.1.2 Evaluation des risques R_1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions. Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

Densité de foudroiement dans la ville de où se trouve la structure :

$$N_g = 2,9 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 19 B (m): 19 H (m): 17,4

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :

- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Alimentation BT
- Ligne Telecom: Télésignalisation

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre LEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: degisteur

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice *Caractéristiques des zones*.

5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition A_m due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*.

Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: degisteur
RB: 9,38E-05
RU(Alimentation BT): 7,78E-09
RV(Alimentation BT): 3,89E-06
RU(Télésignalisation): 1,54E-07
RV(Télésignalisation): 7,71E-05
Total: 1,75E-04

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,75E-04

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 1,75E-04 est plus grand que le risque tolérable RT = 1E-05, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. Composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - degisteur
RD = 53,6307 %
RI = 46,3693 %
Total = 100 %
RS = 0,0926 %
RF = 99,9074 %
RO = 0 %
Total = 100 %

où:

- RD = RA + RB + RC
- RI = RM + RU + RV + RW + RZ
- RS = RA + RU
- RF = RB + RV
- RO = RM + RC + RW + RZ

et :

- RD est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure
- RI est le risque dû aux coups de foudre ayant une influence sur la structure bien que ne la frappant pas directement
- RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants
- RF est le risque dû aux dommages physiques
- RO est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

Les valeurs énumérées ci-dessus, montrent que le risque R1 de la structure est essentiellement présent dans les zones suivantes :

- Z1 - degisteur (100 %)
- essentiellement due à dommages physiques
 - principalement en raison de coups de foudre frappant la structure et coups de foudre influençant

la structure, mais ne la frappant pas directement

- la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant les composantes du risque :

RB = 53,6307 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure

RV (Télésignalisation) = 44,0550 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Afin de réduire le risque R1 au-dessous du risque tolérable $RT = 1E-05$, il est nécessaire d'agir sur les éléments de risque suivants:

- RB dans les zones:

Z1 - degisteur

- RV dans les zones:

Z1 - degisteur

en utilisant au moins une des mesures de protection possibles suivantes:

- pour la composante du risque B:

1) Paratonnerre

2) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques

- pour la composante du risque V:

1) Paratonnerre

2) Parafoudre à l'entrée de la ligne

3) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques

4) L'augmentation de la tension de tenue des équipements

8. CONCLUSIONS

Risque supérieur au risque tolérable:R1

LA STRUCTURE N'EST PAS PROTEGE CONTRE LA Foudre.

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 19 B (m): 19 H (m): 17,4

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($Cd = 0,5$)

Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/km^2 an$) $Ng = 2,91$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) $L_c = 100$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): urbain ($10 < h < 20$ m)

Caractéristiques des lignes: Télésignalisation

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): urbain ($10 < h < 20$ m)

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: degisteur

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: élevé ($r_f = 0,1$)

Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneAlimentation BT

Connecté à la ligne Alimentation BT

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)

Tension de tenue: 4,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneTélésignalisation

Connecté à la ligne Télésignalisation

câblage: câble blindé $5 < R \leq 20$ ohm / km ($K_{s3} = 0,001$)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:degisteur

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) $L_t = 0,001$

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) $L_f = 0,05$

Risque et composantes du risque pour la zone:degisteur

Risque 1: R_b R_u R_v

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 1,29E-02 \text{ km}^2$
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,16E-01 \text{ km}^2$
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 1,88E-02$
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 6,10E-01$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (A_l) et aux coups de foudre à proximité (A_i) des lignes:

Alimentation BT

$A_l = 0,001069 \text{ km}^2$

$A_i = 0,055902 \text{ km}^2$

Télésignalisation

$A_l = 0,021193 \text{ km}^2$

$A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (N_l), et aux coups de foudre à proximité (N_i) des lignes:

Alimentation BT

$N_l = 0,000778$

$N_i = 0,016267$

Télésignalisation

$N_l = 0,015418$

$N_i = 0,162674$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: degisteur

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

P_c (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_c (Télésignalisation) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (Alimentation BT) = $1,00E-04$

P_m (Télésignalisation) = $1,00E-04$

$P_m = 2,00E-04$

P_u (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_v (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_w (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_z (Alimentation BT) = $2,00E-01$

P_u (Télésignalisation) = $1,00E+00$

Pv (Télésignalisation) = 1,00E+00
Pw (Télésignalisation) = 1,00E+00
Pz (Télésignalisation) = 1,00E+00

Annexe n°7

Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre

GAZOMETRE + TORCHERE

L'analyse de risque est effectuée à l'aide du logiciel JUPITER VERSION 2.0
conforme à la norme NF EN 62305-2

Le contenu de l'annexe est extrait du logiciel Jupiter 2.0 qui est responsable de sa cohérence de rédaction. Seules les données d'entrée du calcul sont insérées par 1G Foudre.

RAPPORT TECHNIQUE

INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroiement.
 - 4.2 Données de la structure.
 - 4.3 Données des lignes électriques.
 - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
 - 6.1 Risque R_1 perte en vies humaines
 - 6.1.1 Calcul du risque R_1
 - 6.1.2 Evaluation des risques R_1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions.

Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

Densité de foudroiement dans la ville de où se trouve la structure :

$$N_g = 2,9 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 19 B (m): 15 H (m): 11

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :
- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :
- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:
- Ligne de puissance: Alimentation BT
- Ligne Telecom: Télésignalisation

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre IEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: degisteur

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice *Caractéristiques des zones*.

5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition A_m due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*.

Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: degisteur

RB: 9,38E-05

RU(Alimentation BT): 7,78E-09

RV(Alimentation BT): 3,89E-06

RU(Télésignalisation): 1,54E-07

RV(Télésignalisation): 7,71E-05

Total: 1,75E-04

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,75E-04

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 1,75E-04$ est plus grand que le risque tolérable $RT = 1E-05$, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - degisteur

RD = 53,6307 %

RI = 46,3693 %

Total = 100 %

RS = 0,0926 %

RF = 99,9074 %

RO = 0 %

Total = 100 %

où:

- RD = RA + RB + RC

- RI = RM + RU + RV + RW + RZ

- RS = RA + RU

- RF = RB + RV

- RO = RM + RC + RW + RZ

et :

- RD est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure

- RI est le risque dû aux coups de foudre ayant une influence sur la structure bien que ne la frappant pas directement

- RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants

- RF est le risque dû aux dommages physiques

- RO est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

Les valeurs énumérées ci-dessus, montrent que le risque R1 de la structure est essentiellement présent dans les zones suivantes :

Z1 - degisteur (100 %)

- essentiellement due à dommages physiques
- principalement en raison de coups de foudre frappant la structure et coups de foudre influençant la structure, mais ne la frappant pas directement
- la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant les composantes du risque :
 - RB = 53,6307 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure
 - RV (Télésignalisation) = 44,0550 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Afin de réduire le risque R1 au-dessous du risque tolérable $RT = 1E-05$, il est nécessaire d'agir sur les éléments de risque suivants:

- RB dans les zones:
 - Z1 - degisteur
- RV dans les zones:
 - Z1 - degisteur

en utilisant au moins une des mesures de protection possibles suivantes:

- pour la composante du risque B:
 - 1) Paratonnerre
 - 2) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
- pour la composante du risque V:
 - 1) Paratonnerre
 - 2) Parafoudre à l'entrée de la ligne
 - 3) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
 - 4) L'augmentation de la tension de tenue des équipements

8. CONCLUSIONS

Risque supérieur au risque tolérable:R1
LA STRUCTURE N'EST PAS PROTEGE CONTRE LA Foudre.

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 19 B (m): 15 H (m): 11
Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($Cd = 0,5$)
Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/km^2 \text{ an}$) $Ng = 2,91$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) $L_c = 100$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): urbain ($10 < h < 20$ m)

Caractéristiques des lignes: Télésignalisation

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): urbain ($10 < h < 20$ m)

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: degisteur

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: élevé ($r_f = 0,1$)

Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneAlimentation BT

Connecté à la ligne Alimentation BT

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)

Tension de tenue: 4,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneTélésignalisation

Connecté à la ligne Télésignalisation

câblage: câble blindé $5 < R \leq 20$ ohm / km ($K_{s3} = 0,001$)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:degisteur

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) $L_t = 0,001$

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) $L_f = 0,05$

Risque et composantes du risque pour la zone:degisteur

Risque 1: R_b R_u R_v

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 1,29E-02 \text{ km}^2$
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,16E-01 \text{ km}^2$
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 1,88E-02$
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 6,10E-01$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (A_l) et aux coups de foudre à proximité (A_i) des lignes:

Alimentation BT

$A_l = 0,001069 \text{ km}^2$

$A_i = 0,055902 \text{ km}^2$

Télésignalisation

$A_l = 0,021193 \text{ km}^2$

$A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (N_l), et aux coups de foudre à proximité (N_i) des lignes:

Alimentation BT

$N_l = 0,000778$

$N_i = 0,016267$

Télésignalisation

$N_l = 0,015418$

$N_i = 0,162674$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: degisteur

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

P_c (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_c (Télésignalisation) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (Alimentation BT) = $1,00E-04$

P_m (Télésignalisation) = $1,00E-04$

$P_m = 2,00E-04$

P_u (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_v (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_w (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_z (Alimentation BT) = $2,00E-01$

P_u (Télésignalisation) = $1,00E+00$

P_v (Télésignalisation) = $1,00E+00$

P_w (Télésignalisation) = $1,00E+00$

P_z (Télésignalisation) = $1,00E+00$



1G GROUP SAS

Centre d'affaires Le 15

50 rue Ernest Renan - 69120 VAULX EN VELIN

Tél : 04 28 29 64 58 - 07 64 41 71 07

contact@1g-foudre.com

www.1g-foudre.com



SAS **1G GROUP** au capital de 2 000 Euros - R C S LYON 827 671 744 - SIRET 82767174400015
APE 7112 B (Ingénierie, études techniques) T.V.A. FR 29 827 671 744

ETUDE TECHNIQUE FOUFRE

Construction d'une unité de méthanisation sur la station d'épuration « de Courtine »

AVIGNON (84)

<u>Adresse de l'établissement :</u> STATION D'EPURATION « DE COURTINE » CHEMIN DE COURTINE 84000 AVIGNON	<u>Commanditaire de l'étude :</u> OTV Sud Afrique Les Docks Atrium 10.3 10 Place de la Joliette BP 73314 13567 MARSEILLE Cedex 02
<u>Date de l'intervention :</u>	21 juin 2019
<u>Rédigé par :</u>	Mohamed HADDACHE Chargé d'Affaires 07 67 38 72 26 m.haddache@1g-foudre.com 
<u>Validé par :</u>	Youssef HADDACHE Président – Directeur Technique 07 61 41 71 07 y.haddache@1g-foudre.com 

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
10/07/2019	A	Première diffusion

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Le seul rapport faisant foi est le rapport envoyé par **1G FOUFRE**.

ABREVIATIONS

ARF	Analyse du Risque Foudre
ATEX	Atmosphère EXplosive
BT	Basse Tension
CEM	Compatibilité ElectroMagnétique
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ET	Etude Technique
HT	Haute tension
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IEMF	Impulsion électromagnétique foudre
IEPF	Installation Extérieure de Protection contre la Foudre
IIPF	Installation Intérieure de Protection contre la Foudre
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des Risques
MALT	Mise A La Terre
MMR	Mesures de la Maîtrise du Risque
NPF	Niveau de Protection contre la Foudre
PDA	Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage
PDT	Prise De Terre
SPF	Système de Protection Foudre
TGBT	Tableau Général Basse Tension
ZPF	Zone de Protection Foudre

SOMMAIRE

CHAPITRE 1	OBJET DE L'ETUDE	5
1.1	PRESENTATION DE LA MISSION	5
1.2	REFERENCES REGLEMENTAIRES ET NORMATIVES	6
1.3	BASE DOCUMENTAIRE	7
CHAPITRE 2	METHOLOGIE	9
CHAPITRE 3	PRESENTATION GENERALE DU PROJET	10
3.1	ADRESSE DU SITE	10
3.2	PRESENTATION GENERALE DU PROJET	10
3.3	LISTE DES RUBRIQUES ICPE	12
3.4	ZONAGE ATEX	13
3.5	LISTE DES EQUIPEMENTS DE SECURITE	14
3.6	MOYENS D'INTERVENTION ET DE SECOURS DU SITE	14
3.7	SERVICES ET CANALISATIONS	14
3.8	INSTALLATIONS DE PROTECTION Foudre EXISTANTES	15
3.8.1	PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS	15
3.8.2	PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS	15
CHAPITRE 4	SYNTHESE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	17
CHAPITRE 5	PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS	18
5.1	GENERALITES SUR LES IEPF	18
5.2	LES DIFFERENTS TYPE D'IEPF	19
5.3	TRAVAUX A REALISER	21
5.3.1	NIVEAU DE PROTECTION	21
5.3.2	CHOIX DU TYPE DE PROTECTION	21
5.3.3	IEPF A METTRE EN PLACE	22
CHAPITRE 6	PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS	35
6.1	GENERALITES SUR LES IIPF	35
6.2	LES DIFFERENTS TYPES DE PARAFoudRES	35
6.3	PROTECTION DES COURANTS FORTS	36
6.3.1	DETERMINATIONS DES CARACTERISTIQUES DES PARAFoudRES	36
6.3.2	RACCORDEMENT	39
6.3.3	DISPOSITIF DE DECONNEXION	39
6.4	PROTECTION DES COURANTS FAIBLES	40
CHAPITRE 7	PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX	42
7.1	PROTECTION CONTRE LES TENSIONS DE CONTACT ET DE PAS A PROXIMITE DES CONDUCTEURS	42
7.2	DETECTION D'ORAGE	42
7.3	PROCEDURE	43
CHAPITRE 8	REALISATION DES TRAVAUX	43
CHAPITRE 9	VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS	44
9.1	VERIFICATION INITIALE	44
9.2	VERIFICATION PERIODIQUE	44
9.3	VERIFICATION SUPPLEMENTAIRE	45
9.4	MAINTENANCE	45

Chapitre 1 OBJET DE L'ETUDE

1.1 PRESENTATION DE LA MISSION

Dans le cadre de la réglementation (arrêté ministériel du 4 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011) relative à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation, le **projet de construction d'une unité de méthanisation sur la station d'épuration « de Courtine »** situé sur la commune de **AVIGNON (84)** doit réaliser une Analyse de Risque Foudre (ARF), et une Etude Technique de protection contre la Foudre (ETF).

L'Analyse de Risque Foudre « R1 » du site a été réalisée en 2019 par la société **1G Foudre (rapport n°1GF0327)**.

Cette analyse montre que certaines installations requièrent des protections contre la foudre vis-à-vis du risque de perte de vie humaine (risque visé par l'arrêté Foudre du 04/10/2010 modifié par l'arrêté du 19/07/2011).

Le présent document constitue **l'étude technique** de protection contre la foudre détaillée, pour les bâtiments étudiés, et pour chaque protection requise par l'Analyse de Risque Foudre, qu'elle soit une protection contre les effets directs ou contre les effets indirects de la foudre :

- Le type de protection existante ou complémentaire requise,
- Ses caractéristiques techniques,
- Sa localisation,
- Les modalités de sa vérification.

L'installateur doit impérativement se reporter aux prescriptions particulières et à la description des travaux définis dans ce document pour la mise en place des protections dans les détails et se conformer aux documents de référence.

IMPORTANT : L'Etude Technique réglementaire, traitée dans le présent document, ne concerne que le risque de type R1 (perte de vie humaine). Elle ne concerne pas :

- **Les risques de dommages aux matériels électriques et électroniques** qui ne mettent pas en danger la vie humaine,
- **Les risques de pertes de valeurs économiques (risque R4),**
- **Les risques d'impact médiatique** relatifs à un dommage physique (incendie / explosion).

Pour ces derniers risques, l'exploitant peut décider de façon purement volontaire d'aller au-delà des exigences réglementaires et mener des analyses de risque foudre complémentaires, voire de protéger une installation de façon déterministe.

1.2 REFERENCES REGLEMENTAIRES ET NORMATIVES

Normes de références

Norme	Version	Désignation
NF EN 62 305-1	Juin 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux
NF EN 62 305-2	Novembre 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Évaluation du risque
NF EN 62 305-3	Décembre 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
NF EN 62 305-4	Décembre 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures
NF C 17-102	Septembre 2011	Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage
NF C 15-100	Compil 2013	Installations électriques basse tension
NF EN 61 643 - 11	Septembre 2002	Parafoudres pour installation basse tension
NF EN 62561 -1	Aout 2016	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 1 : exigences pour les composants de connexion
NF EN 62561 -2	Décembre 2016	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 2 : exigences pour les conducteurs et les électrodes de terre
NF EN 62561 -3	Aout 2016	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 3 : exigences pour les éclateurs d'isolement
NF EN 62561 -4	Mai 2011	Composants de système de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 4 : exigences pour les fixations de conducteur
NF EN 62561 -5	Novembre 2011	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 5 : exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre
NF EN 62561 -6	Novembre 2011	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 6 : exigences pour les compteurs de coups de foudre (LSC)
NF EN 62561 -7	Décembre 2012	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 7 : exigences pour les enrichisseurs de terre
NF EN 61 643 - 11	Mai 2014	Parafoudres BT - Partie 11 : parafoudres connectés aux systèmes basse tension - Exigences et méthodes d'essai
CEI 61643-12	Novembre 2008	Parafoudres BT- Partie 12 : parafoudres connectés aux réseaux de distribution BT - Principes de choix et d'application
NF EN 61643-21	Novembre 2001	Parafoudres BT – Partie 21 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais
IEC 61643-22	Juin 2015	Parafoudres BT – Partie 22 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Principes de choix et d'application

Textes réglementaires

Norme	Désignation
Arrêté du 4 octobre 2010	Arrêté relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement modifié par l' arrêté du 19 juillet 2011
Circulaire du 24 avril 2008	Relative à l'application de l'arrêté du 19 juillet 2011

Guides pratiques

Guide	Version	Désignation
Guide UTE C 15-443	Août 2004	Protection des installations électriques à basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres
Guide UTE C 15-712-1	Juillet 2010	Guide pratique des installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution
Guide OMEGA 3 de l'INERIS	Décembre 2011	Protection contre la foudre des installations classées pour la protection de l'environnement.
Guide GESIP	4 juillet 2014	Protection des installations industrielles contre les effets de la foudre
Guide COOP	Juin 2010 v2	Application aux activités de stockage de céréales, de phytosanitaires et d'engrais.

1.3 BASE DOCUMENTAIRE

L'étude technique ci-après se base sur les informations et plans fournis par la société **OTV**. Il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

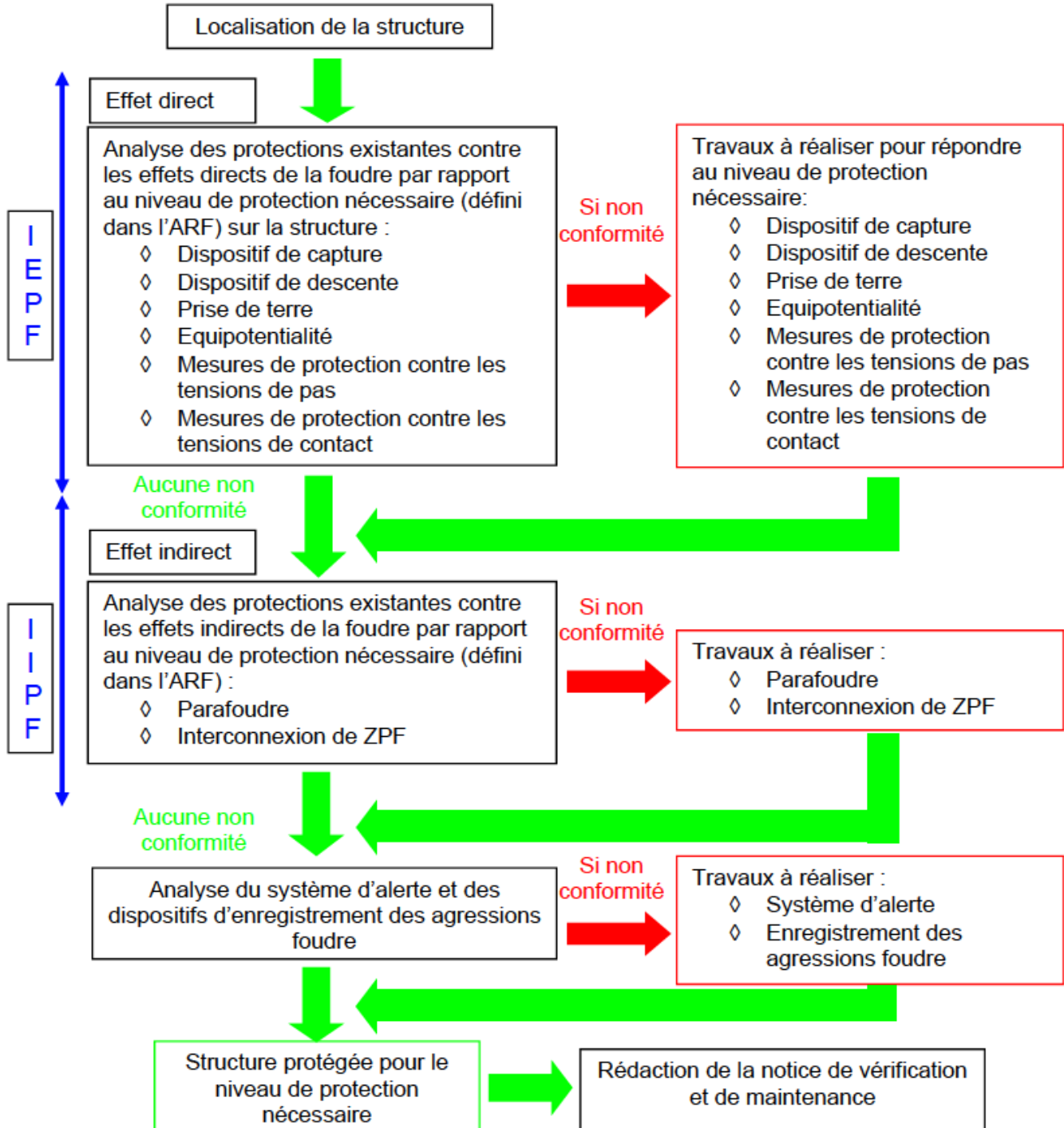
Documents	Numéro du document	Auteur du document	Fourni
Installation Classée pour la Protection de l'Environnement			
Classement ICPE	/	/	Oui
Mémoire process	SAE	/	Oui
Mémoire sécurité	/	/	Oui
Risque incendie			
Potentiels de dangers	/	/	Oui
Protection contre les risques foudre			
Analyse du risque foudre	1GF0233 (10/07/19)	1G Foudre	Oui
Plans			
Plan masse et coupe gazomètre torchère	OTV BGZ EQ 001 (07/06/2019)	/	Oui
Plan masse et coupe bâtiment traitement des boues existant	OTV BOU EQ 001 (07/06/2019)	/	Oui
Vue toiture et RdC bâtiment traitement des boues existant	OTV BOU EQ 002 (07/06/2019)	/	Oui
Plan coupe AA bâtiment traitement des boues existant	OTV BOU EQ 003 (07/06/2019)	/	Oui
Plan coupe 3-3 / 4-4 bâtiment traitement des boues existant	OTV BOU EQ 004 (07/06/2019)	/	Oui
Plan masse bâtiment coproduits +15.10	OTV BTE EQ 001 (07/06/2019)	/	Oui
Plan masse bâtiment	OTV BTE EQ 002	/	Oui

coproduits +18.80	(07/06/2019)		
Plan masse bâtiment coproduits +25.10	OTV BTE EQ 003 (07/06/2019)	/	Oui
Plan coupe AA – BB bâtiment coproduits	OTV BTE EQ 004 (07/06/2019)	/	Oui
Plan coupe CC – DD bâtiment coproduits	OTV BTE EQ 005 (07/06/2019)	/	Oui
Plan coupe EE – FF - GG bâtiment coproduits	OTV BTE EQ 006 (07/06/2019)	/	Oui
Plan masse digesteur	OTV DIG EQ 001 (07/06/2019)	/	Oui
Plan coupe et détails digesteurs	OTV DIG EQ 002 (07/06/2019)	/	Oui
Proposition zonage ATEX	OTV ENS NT B 1000	/	Oui
Plan implantation des ouvrages	OTV ENS PG 001 (24/05/2019)	/	Oui
Plan des réseaux secs	OTV ENS VR 001 (21/05/2019)	/	Oui
Services (énergie, communication...)			
Note de calcul TGBT1	LDS950XCNEB001	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TGBT1	LDS951XDSEA001	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Note de calcul TB3	LDS950XCNEP003	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TB3	LDS951XDSEP003	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TD3	LDS951XDSEB003	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TB4 – coffret FO bât. existant	LDS951XDSEP004	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique SOFREL – Coffret Sofrel	LDS951XDSEP005	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique MX52 – Centrale détection gaz	LDS951XDSEP006	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Plan d'implantation zone prétraitement	LDS951XDSEA103	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Note de calcul TB2	LDS950XCNEP002	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TB2	LDS951XDSEP002	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TD2	LDS951XDSEB002	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Plan d'implantation	LDS951XDSEA102	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Note de calcul TB1	LDS950XCNEP001	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TGBT2	LDS951XDSEA002	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TB1	LDS951XDSEP001	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Schéma électrique TD1	LDS951XDSEB001	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Plan d'implantation	LDS951XDSEA101	LAPIZE DE SALLEE	Oui
Vérification des installations électriques	10899359-001-1 (07/06/2019)	APAVE	Oui
Architecture HT/BT	OTV EL SC 001	/	Oui

En l'absence de certains éléments d'information nécessaires, la détermination des valeurs des facteurs correspondants est remplacée par les valeurs prévues par la norme NF EN 62305-2. Les calculs des composantes des risques sont effectués avec ces valeurs par défaut.

Chapitre 2 METHOLOGIE

Pour chacune des structures nécessitant une protection contre la foudre, la méthodologie ci-dessous est appliquée.



Chapitre 3 PRESENTATION GENERALE DU PROJET

3.1 ADRESSE DU SITE

Le site sera situé :

CONSTRUCTION D'UNE UNITE DE METHANISATION SUR LA STATION D'EPURATION « DE COURTINE »
CHEMIN DE COURTINE
84000 AVIGNON

3.2 PRESENTATION GENERALE DU PROJET

La station d'épuration communautaire, sise chemin de Courtine, a été conçue dans les années 1990 pour traiter les effluents des communes d'Avignon et du Pontet. Elle accepte depuis 2007 les effluents des communes gardoises de Villeneuve-lès-Avignon et Les Angles.

En 2009, cette unité a fait l'objet de travaux d'extension et mise aux normes qui ont permis de porter sa capacité nominale à 177 000 équivalents-habitants.

A ce jour, la station d'épuration de Courtine dispose d'une file de traitement de l'eau intégrant une décantation primaire et un traitement biologique (boues activées). Les boues, mélangées et homogénéisées, sont évacuées vers une plate-forme de compostage après une étape de déshydratation.

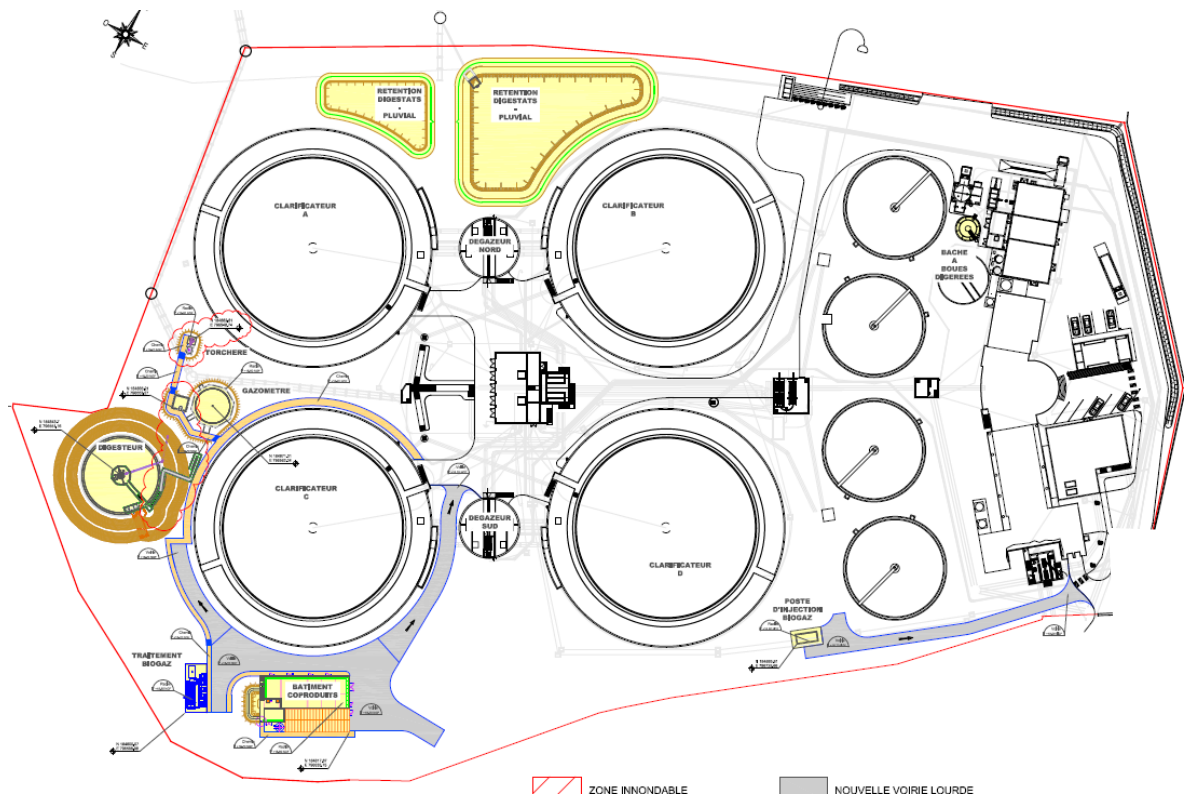
Le Grand Avignon projette l'ajout d'une étape de méthanisation des boues et graisses produites sur site en préalable à la déshydratation.

Cette démarche vise à :

- réduire le volume de boues déshydratées produites afin de limiter les coûts d'évacuation ;
- stabiliser les boues (les rendre lentement biodégradables) et permettre ainsi la réduction des nuisances olfactives et la destruction partielle des germes pathogènes ;
- produire une boue de bonne qualité agronomique ;
- produire un biogaz valorisable riche en méthane, injectable dans le réseau GrDF après purification.



Vue aérienne du site actuelle



Plan masse du site existant + projet

3.3 LISTE DES RUBRIQUES ICPE

Les rubriques ICPE sont listées dans le tableau suivant :

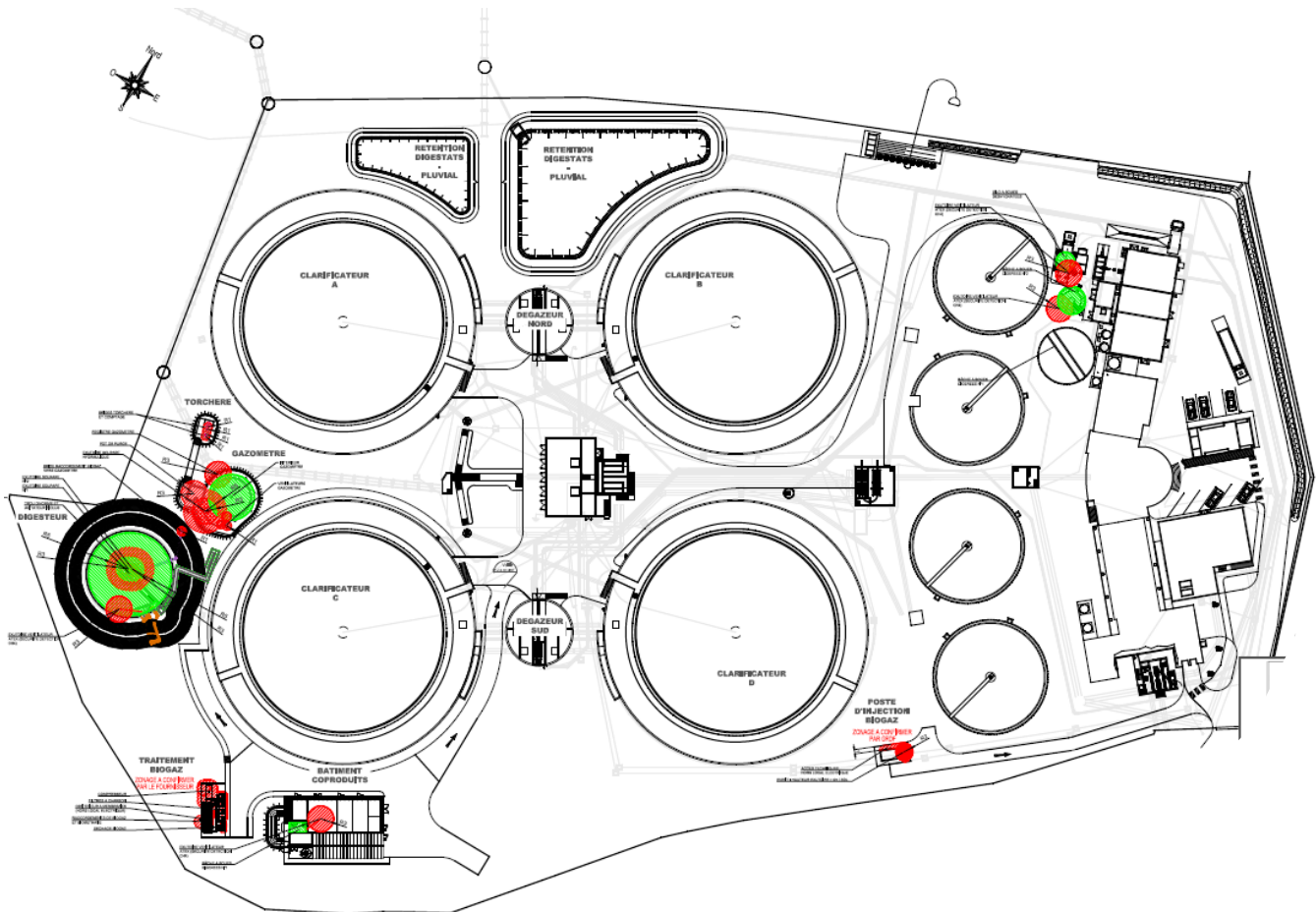
Les rubriques ICPE sont listées dans le tableau suivant :

Rubrique de la nomenclature IOTA	Volume de l'opération	Régime
1.1.1.0. Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau	Création de puits de pompage pour l'épuisement des fouilles en phase de terrassement	Déclaration
1.2.1.0. Prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, dans un cours d'eau, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe d'une capacité totale maximale comprise entre 400 et 1 000 m ³ /heure ou entre 2 et 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau	Pompages d'épuisement des fouilles en phase de terrassement. Pompage dans la nappe d'accompagnement du Rhône Débit prévisionnel de pompage ≈ 50 m ³ /h QMNA ₅ du Rhône à Avignon = 360 m ³ /s	Non classé
2.2.3.0.-1b Rejet dans les eaux de surface, à l'exclusion des rejets visés aux rubriques 4.1.3.0, 2.1.1.0, 2.1.2.0 et 2.1.5.0. Le flux de pollution brute étant compris entre les niveaux R1 et R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent.	Rejet des eaux d'exhaure dans le Rhône Flux de matières en suspension ≥ 120 kg/j	Autorisation
2.1.1.0.-1° Station d'épuration des agglomérations d'assainissement devant traiter une charge brute de pollution organique au sens de l'article R. 2224-6 du code général des collectivités territoriales supérieure à 600 kg DBO ₅	Charge nominale : 11 170 kg DBO₅/j	Autorisation
2.1.2.0.-1° Déversoirs d'orage situés sur un système de collecte des eaux usées destiné à collecter un flux polluant journalier supérieur à 600 kg de DBO ₅	Capacité nominale du système de collecte	Autorisation
2.1.5.0.-2° Rejet d'eaux pluviales dans les eaux superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet étant supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha	Surface du projet 4,6 ha (surface de collecte du périmètre de la station de traitement)	Déclaration

3.4 ZONAGE ATEX

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

- Digesteur ;
- Bâches à boues digérées ;
- Gazomètre ;
- Réseau biogaz / biométhane ;
- Pots de purge ;
- Unité de purification du biogaz en biométhane ;
- Torchère ;
- Réseau d'extraction d'air ;
- Désodorisation (charbon actif)



LEGENDE

	ATEX ZONE 0
	ATEX ZONE 1
	ATEX ZONE 2
	ATEX ZONE 2 CONFINEE

3.5 LISTE DES EQUIPEMENTS DE SECURITE

Les équipements dont la défaillance entraîne une interruption des moyens de sécurité et provoquant ainsi des conditions aggravantes à un risque d'accident sont à prendre en compte. La liste de ces équipements est la suivante avec leur susceptibilité à la foudre :

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Détection et alarme incendie	Oui
Système de désenfumage automatique	Oui
Détection automatique des gaz	Oui
Extincteur, RIA, poteau incendie	Non

3.6 MOYENS D'INTERVENTION ET DE SECOURS DU SITE

Le site dispose, suivant la zone, de différents moyens de lutte contre l'incendie :

- Les moyens manuels : Extincteurs, borne incendie.
- Les moyens automatiques : Aucun dispositif automatique ne sera présent sur le site.

En cas de nécessité, l'établissement dépendra du SDIS 84.

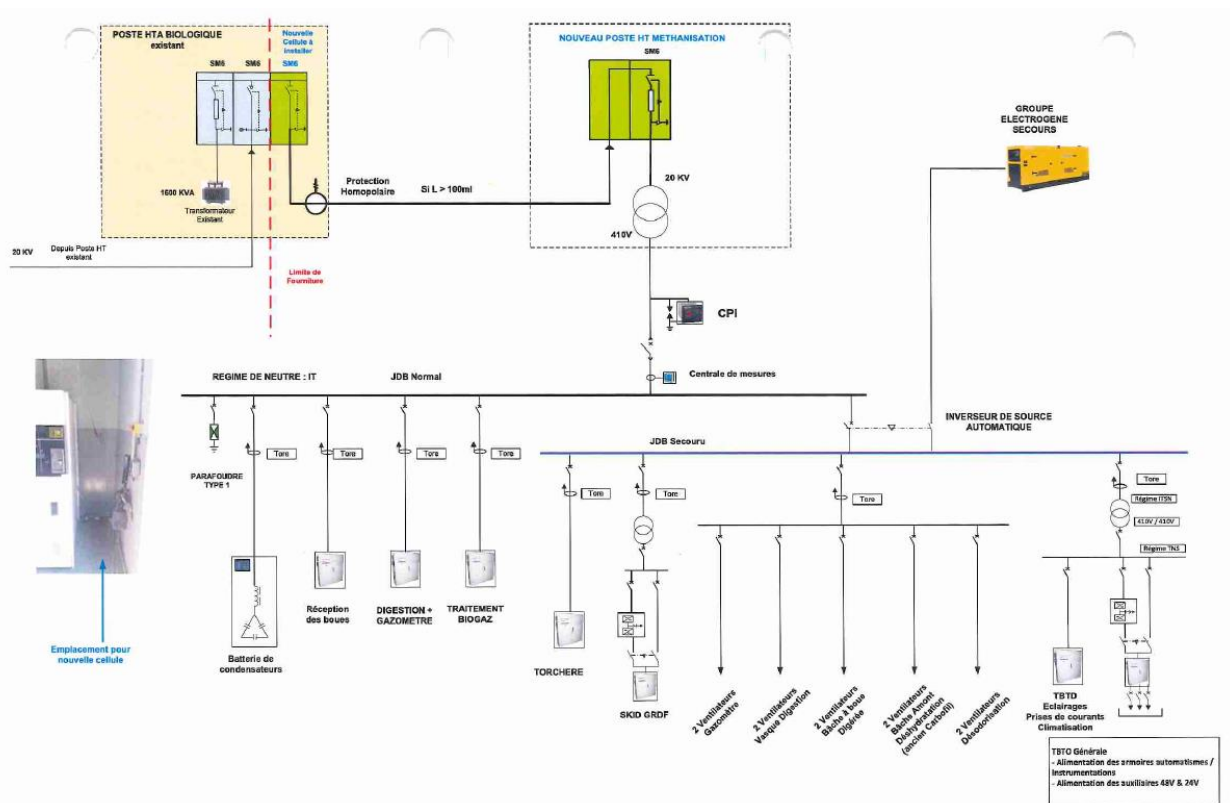
3.7 SERVICES ET CANALISATIONS

Caractéristiques du réseau de puissance et de communication

Le site existant est alimenté par 2 transformateurs HT/BT HT1 et HT2.

Le poste HTA traitement biologique existant sera équipé d'une nouvelle cellule interrupteur avec détection homopolaire pour alimenter un nouveau poste HTA spécifique à la méthanisation.

Le régime de neutre est IT sans neutre distribué.



Cheminelements des canalisations

- Eau lutte incendie (poteau incendie) ;
- Eau potable ;
- Rejet eaux usées.

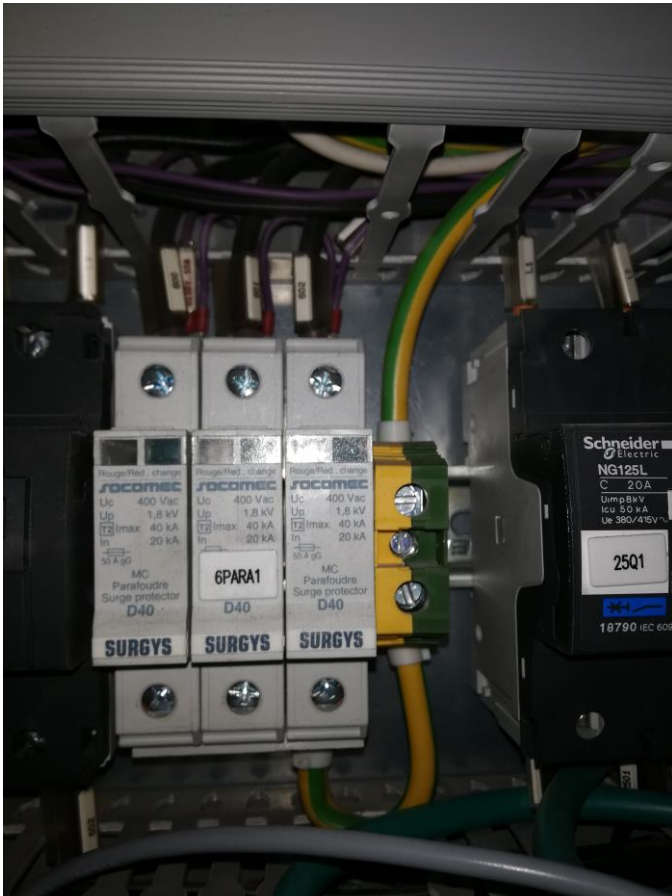
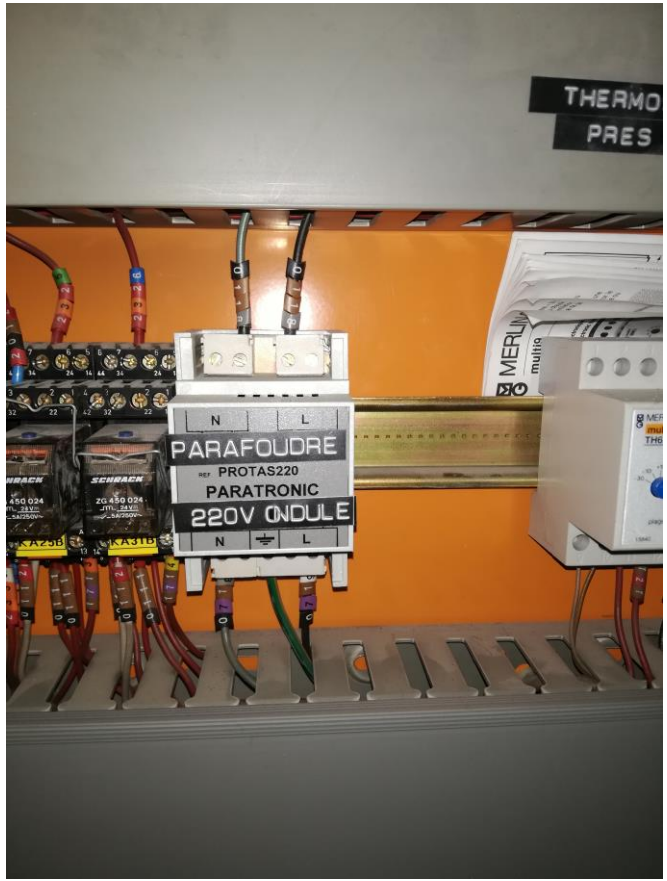
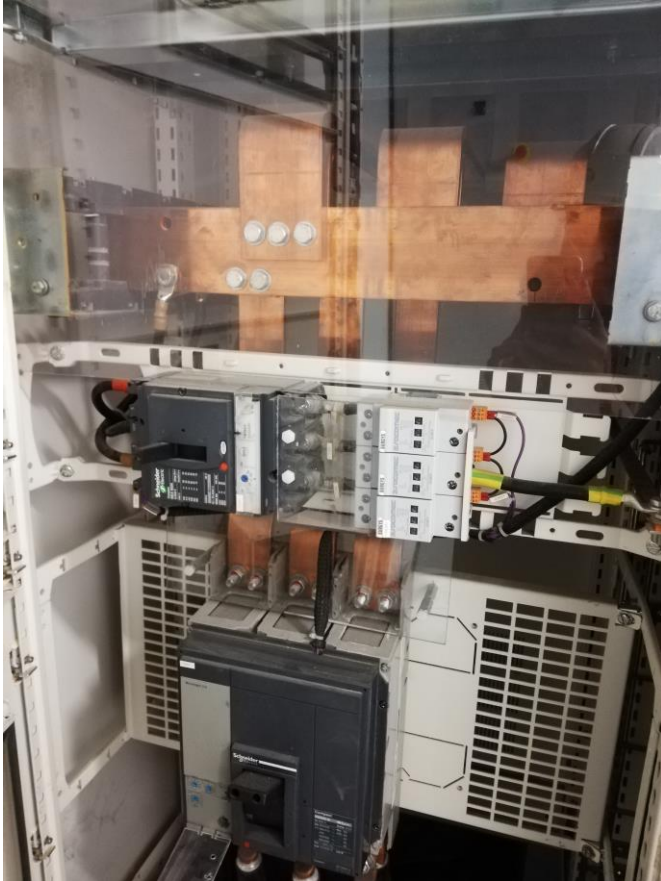
3.8 INSTALLATIONS DE PROTECTION Foudre EXISTANTES

3.8.1 PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS

Le site n'est pas équipé d'Installation Extérieure de Protection contre la Foudre

3.8.2 PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS

<i>Localisation</i>	<i>Type (I, II, ou III)</i>	<i>Up (kV)</i>	<i>In (kA)</i>	<i>Iimp ou Imax (kA)</i>	<i>Protections</i>	<i>Marques</i>	<i>Indicateur de fin de vie</i>
TGBT 1	II	1,8	30	70	<i>Disjoncteurs</i>	SOCOMECC	Oui
TGBT 2	I	2,5	25	140	<i>Disjoncteurs</i>	SOCOMECC	Oui
Armoire ET10 (Réseau Ondulé)	II + III	/	/	/	/	PARATRONIC	Oui
Armoire ET10 (FIPWAY)	II + III	/	/	/	/	PARATRONIC	Oui
Armoire ET20 (Réseau Ondulé)	II + III	/	/	/	/	PARATRONIC	Oui
TB1 – ARMOIRE PROCESS FILE EAU	II	1,8	20	40	<i>Disjoncteurs</i>	SOCOMECC	Oui
TB2 – ARMOIRE PROCESS BOUES	II	1,8	20	40	<i>Disjoncteurs</i>	SOCOMECC	Oui
TB3 – ARMOIRE PROCESS PRETRAITEMENT	II	2	20	40	<i>Disjoncteurs</i>	SOCOMECC	Oui



Chapitre 4 SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

Récapitulatif des résultats de l'Analyse du Risque Foudre

L'Analyse du Risque Foudre a été réalisée par **1G Foudre (rapport N°1GF0327)** conformément à la norme NF EN 62305-2.

Le tableau suivant récapitule pour l'ensemble du site, si oui ou non, l'analyse des dangers conduit à retenir un risque vis-à-vis des effets de la foudre, et si, dans ce cas il y a nécessité de protection.

STRUCTURE	PROTECTION EFFETS DIRECTS	PROTECTION EFFETS INDIRECTS
Bâtiment traitement des boues	Protection par paratonnerre de niveau IV	Protection par parafoudre de niveau IV
Décanteur	Ne nécessite pas de protection	Ne nécessite pas de protection
Bassins clarificateur	Ne nécessite pas de protection	Ne nécessite pas de protection
Répartition biologique surpresseurs	Ne nécessite pas de protection	Ne nécessite pas de protection
Bâtiment coproduits	Protection par paratonnerre de niveau IV	Protection par parafoudre de niveau IV
Traitement biogaz	Protection par paratonnerre de niveau III	Protection par paratonnerre de niveau III
Digesteur	Protection par paratonnerre de niveau II	Protection par paratonnerre de niveau II
Gazomètre	Protection par paratonnerre de niveau II	Protection par paratonnerre de niveau II
Zone d'exploitation	Ne nécessite pas de protection	Ne nécessite pas de protection
Bureau administratif	Ne nécessite pas de protection	Ne nécessite pas de protection
Silo	Protection par paratonnerre de niveau III	Protection par paratonnerre de niveau III

Equipements de sécurité	Nécessité de protéger chaque équipements de sécurité par des parafoudres adaptés.
PREVENTION	Une mise en place de procédure spécifique de prévention d'orage est nécessaire : <ul style="list-style-type: none"> - Ne pas intervenir en toiture - Ne pas intervenir sur les installations électriques BT, courants faibles et Télécommunications

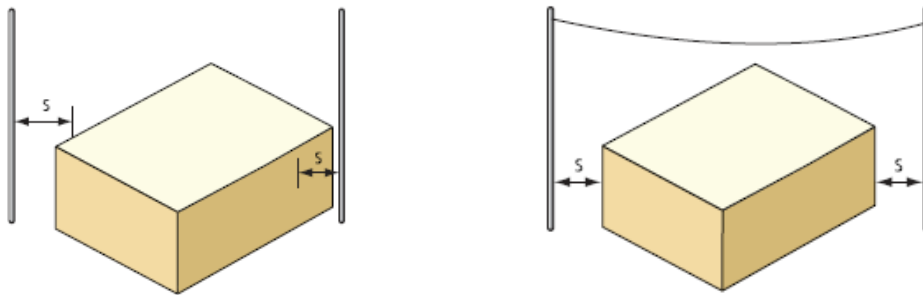
Une installation de protection contre la foudre ne peut, comme tout ce qui concerne les éléments naturels, assurer la protection absolue des structures, des personnes ou des objets. L'application des principes de protection permet de réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les structures protégées.

Chapitre 5 PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS

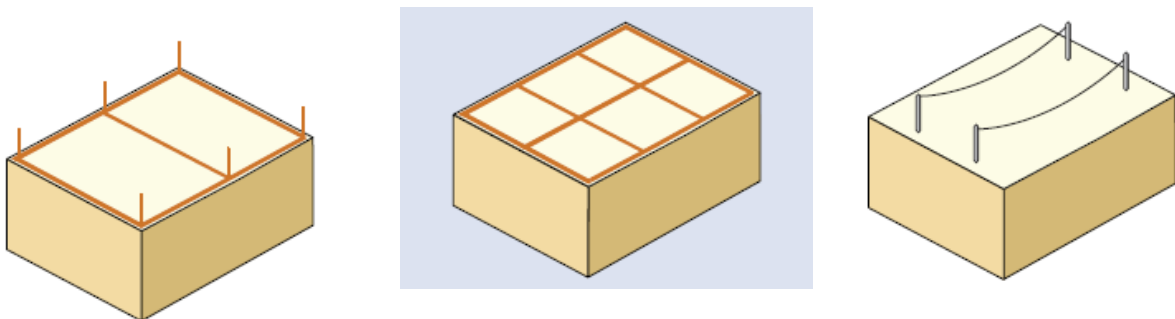
5.1 GENERALITES SUR LES IEPF

Une installation extérieure de protection contre la foudre permet de protéger une structure contre les impacts directs de la foudre ; elle peut être **isolée ou non de la structure à protéger**.

- **Installation isolée** : les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière à ce que le trajet du courant de foudre maintienne une distance de séparation adéquate pour éviter les étincelles dangereuses (dans le cas de parois combustibles, de risque d'explosion et d'incendie, de contenus sensibles au champ électromagnétiques de foudre).



- **Installation non isolée**, les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière à ce que le trajet du courant de foudre puisse être en contact avec la structure à protéger, ce qui est le cas pour la majorité des bâtiments.



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

- Dispositif de capture
- Conducteur de descente
- Prise de terre

5.2 LES DIFFERENTS TYPE D'IEPF

Nous distinguons :

➤ La **protection par système passif** (norme NF EN 62305-3) consistant à répartir sur le bâtiment à protéger des dispositifs de capture à faible rayon de couverture, des conducteurs de descente et des prises de terre foudre.

Ils peuvent être constitués par une combinaison des composants suivants :

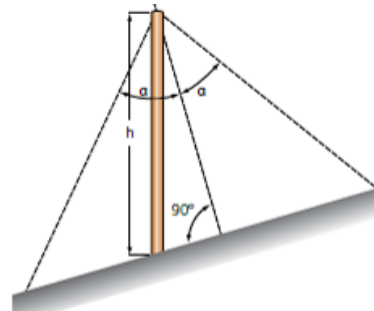
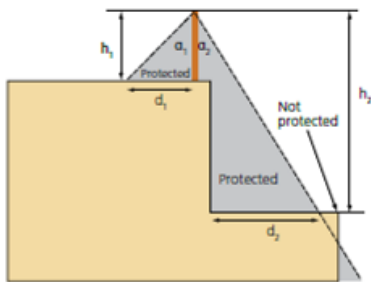
- Tiges simples,
- Fils tendus,
- Cages maillées et/ou composants naturels...

Ces composants doivent être installés aux coins, aux points exposés et sur les rebords suivant 3 méthodes :

○ Tiges simples

Ce type d'installation consiste en la mise en place d'un ou plusieurs paratonnerres à tiges simples, en partie haute des structures à protéger.

L'angle de protection concernant la zone protégée par ces tiges dépend du niveau de protection requis sur le bâtiment concerné et de la hauteur du dispositif de capture au-dessus du volume à protéger.



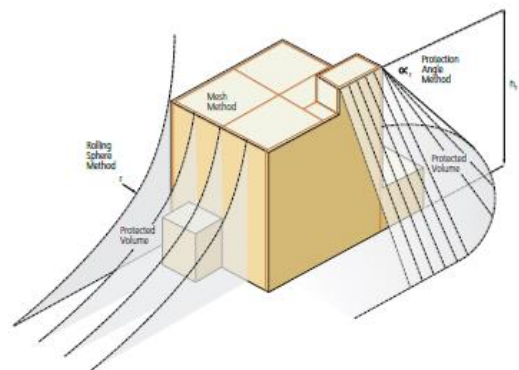
Détermination de l'angle de protection en fonction de la hauteur de la tige du paratonnerre et du niveau de protection

○ Cages maillées

La protection par cage maillée consiste en la réalisation sur le bâtiment d'une cage à mailles reliées à des prises de terre.

Le système à cage maillée répartit l'écoulement des courants de foudre entre les diverses descentes, et ceci d'autant mieux que les mailles sont plus serrées.

La largeur des mailles en toiture et la distance moyenne entre deux descentes dépendent du niveau de protection requis sur le bâtiment.

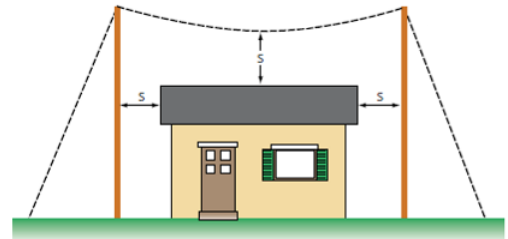


○ **Fils tendus**

Ce système est composé d'un ou plusieurs conducteurs tendus au-dessus des installations à protéger.

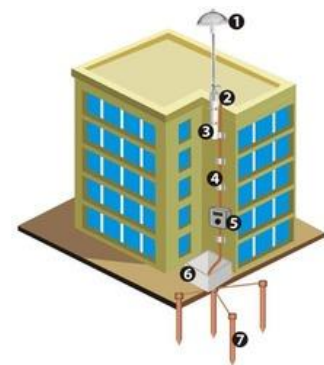
Les conducteurs doivent être reliés à la terre à chacune de leur extrémité.

L'installation de fils tendus doit tenir compte de la tenue mécanique, de la nature de l'installation et des distances d'isolement.



➤ La **protection par système actif** avec mise en place de Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA) dont le rayon de couverture est amélioré par un dispositif ionisant.

La norme NF C 17-102 définit la méthode d'essai permettant d'évaluer l'avance à l'amorçage et, par voie de conséquence, le rayon de protection offert par ce type de paratonnerre.



Rayon de protection des PDA en fonction de la hauteur du paratonnerre,
de l'avance à l'amorçage et du niveau de protection

Nota : le tableau ci-dessus tient compte du coefficient de réduction de 40 % appliqué aux rayons de protection des PDA, conformément à l'arrêté du 19 juillet 2011 concernant la protection foudre des ICPE.

5.3 TRAVAUX A REALISER

5.3.1 NIVEAU DE PROTECTION

Le niveau de protection déterminé dans l'analyse du risque est le suivant :

DIGESTEURS : Niveau de protection II

GAZOMETRE/TORCHERE : Niveau de protection II

TRAITEMENT BIOGAZ : Niveau de protection III

BATIMENT COPRODUITS : Niveau de protection IV

SILOS BOUES: Niveau de protection III

5.3.2 CHOIX DU TYPE DE PROTECTION

Nous préconisons la méthode de protection par Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage (PDA) pour les raisons suivantes :

- Une mise en œuvre aisée et simplifiée ;
- Nombre de dispositifs de capture et de conducteurs de descente diminués ;
- Travaux de terrassement moins conséquent ;
- Vérification et maintenance simplifiées ;
- Coût des travaux inférieure aux systèmes de protection foudre passifs (cages maillées, tiges simples...).

Nota : Les solutions proposées dans ce rapport visent à augmenter l'immunité du site face à la foudre sans toutefois obtenir une garantie d'efficacité à 100 %.

Cependant, la mise en œuvre des dispositions préconisées doit réduire de façon significative les dégâts susceptibles d'être causés par la foudre sur les structures et les équipements et diminuer le risque de perte de vie humaine jusqu'à la valeur fixée par la norme NF EN 62305-2.

5.3.3 IEPF A METTRE EN PLACE

DIGESTEUR / GAZOMETRE / TORCHERE

Dispositif de capture :

- Installation d'**1 Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage (PDA)**
- Avance à l'amorçage Δt : **60 μ s**
- Installation sur un mât autoportant de **24 m**
- Hauteur du mât : **2 mètres** (Le haut du PDA doit être installé au moins 2 m au-dessus de la zone qu'il protège)
- Niveau de protection : **II**
- Rayon de protection : **52,20 m** (après réduction des 40% conformément à la circulaire du 24 avril 2008)
- Le PDA installé devra être testable in situ, de préférence à distance
- Création d'**une prise de terre type A**

TRAITEMENT BIOGAZ / BATIMENTS COPRODUITS

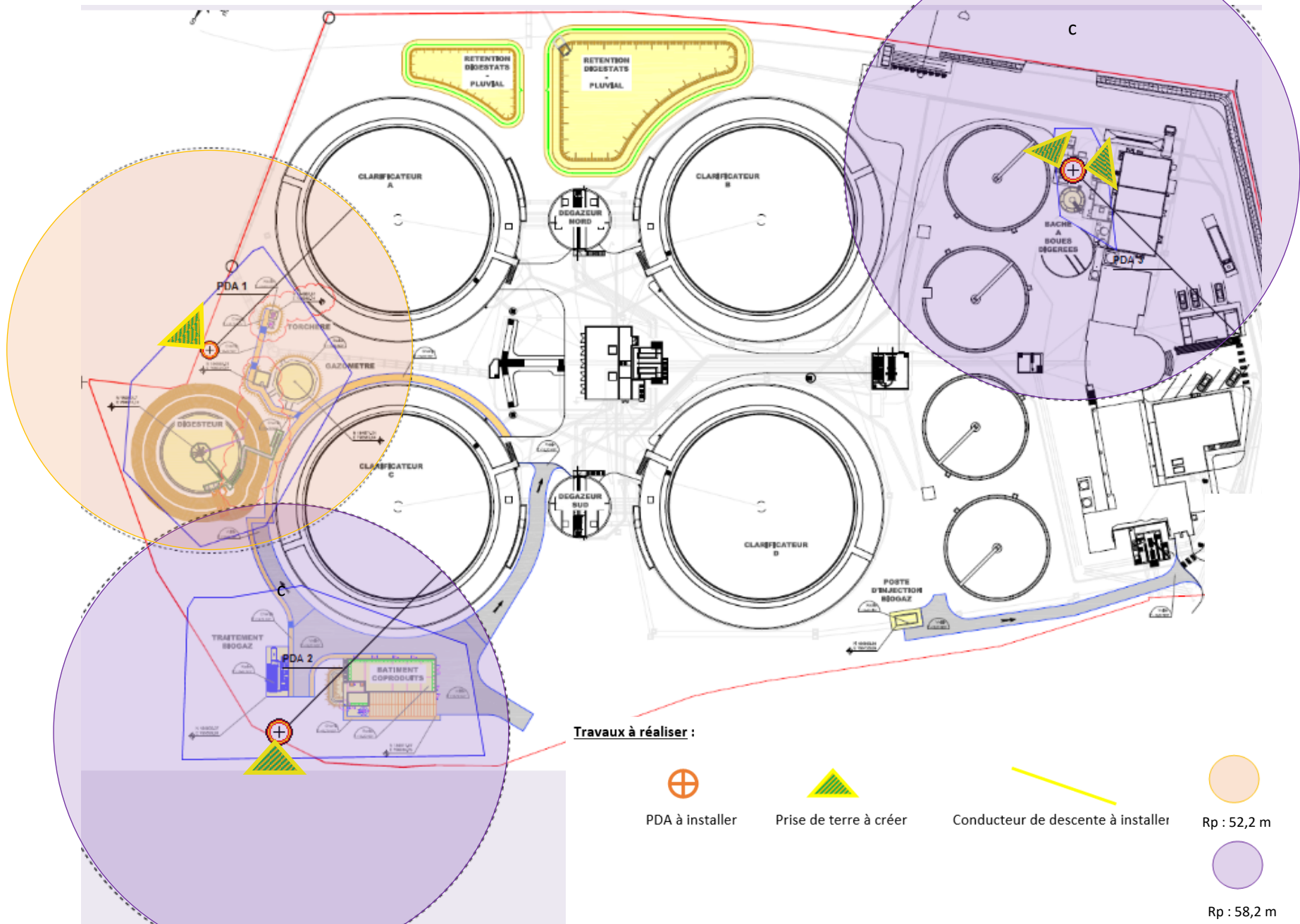
Dispositif de capture :

- Installation d'**1 Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage (PDA)**
- Avance à l'amorçage Δt : **60 μ s**
- Installation sur un mât autoportant de **24 m**
- Hauteur du mât : **2 mètres** (Le haut du PDA doit être installé au moins 2 m au-dessus de la zone qu'il protège)
- Niveau de protection : **III**
- Rayon de protection : **58,20 m** (après réduction des 40% conformément à la circulaire du 24 avril 2008)
- Le PDA installé devra être testable in situ, de préférence à distance
- Création d'**une prise de terre type A**

SILOS BOUE

Dispositif de capture :

- Installation d'**1 Pointe simple paratonnerre (PTS)**
- Hauteur du mât : **1,5 mètres** (Le haut du PDA doit être installé au moins 2 m au-dessus de la zone qu'il protège)
- Niveau de protection : **III**
- Création de **deux prises de terre type A**



Travaux à réaliser :

⊕
PDA à installer

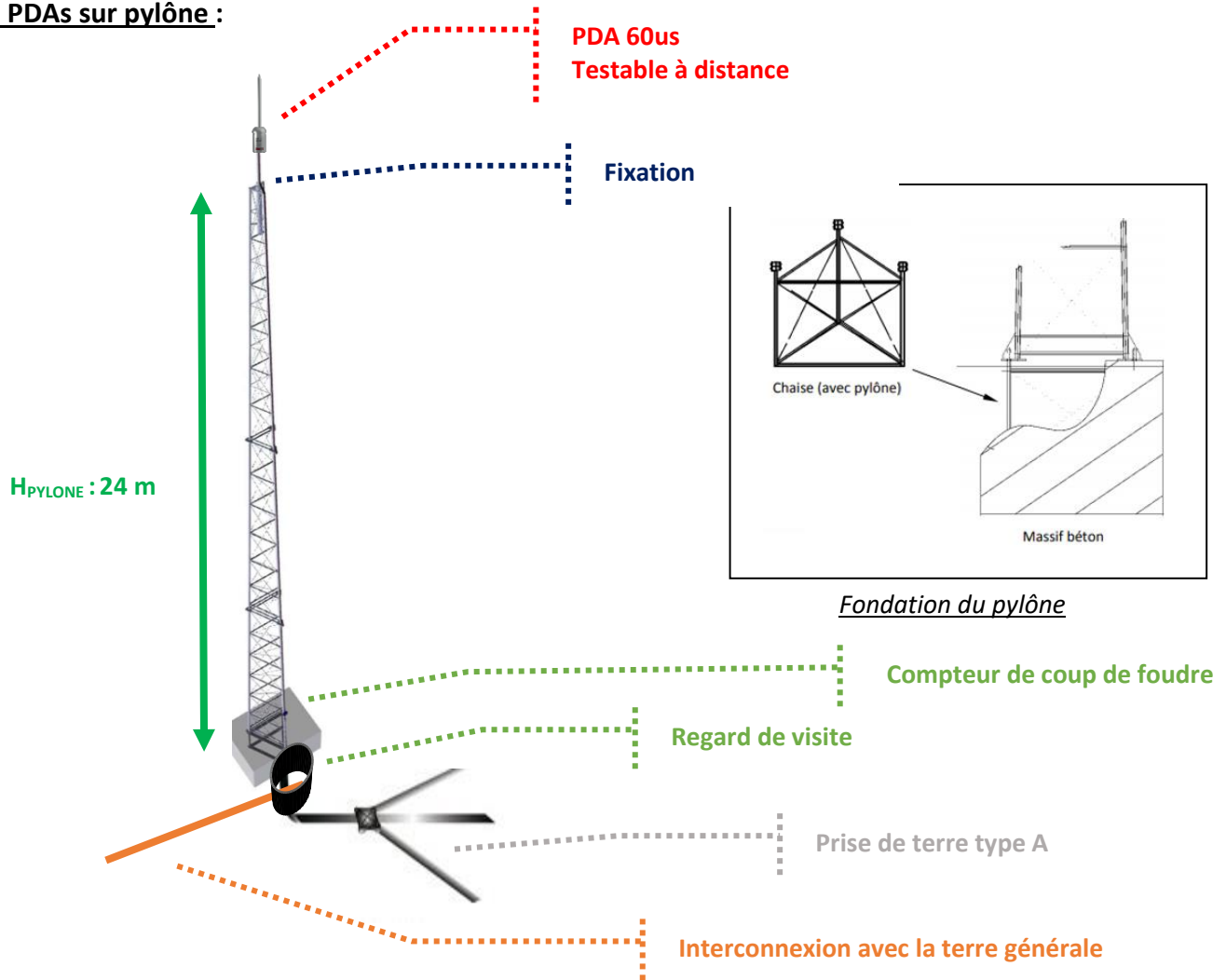
⊖
Prise de terre à créer

—
Conducteur de descente à installer

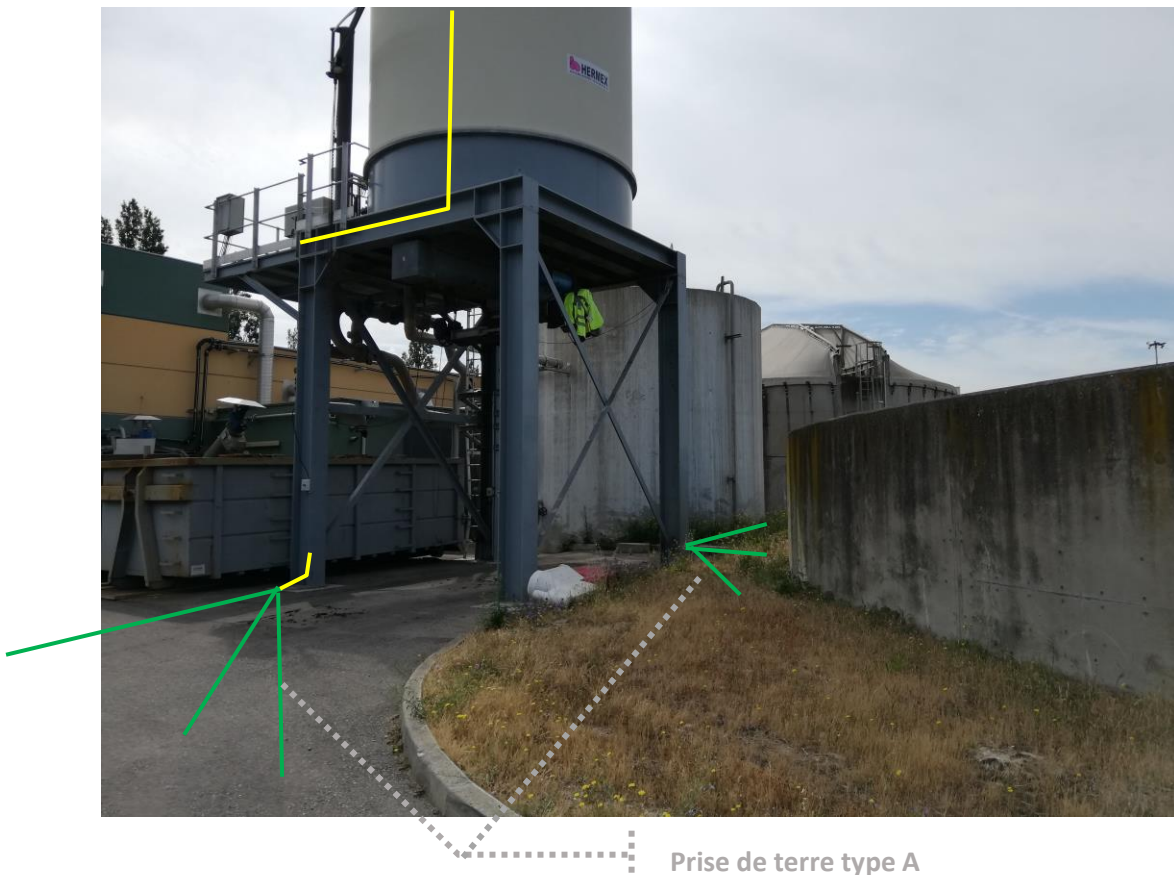
○
Rp : 52,2 m

○
Rp : 58,2 m

PDA sur pylône :



PDA sur Silo :



Conducteur de descente :

Selon la norme NFC 17-102, les PDA doivent être connectés à au moins deux conducteurs. Néanmoins, la norme NFC 17-102 version 2011 nous indique que lorsque plusieurs PDA se trouvent sur le même bâtiment, les conducteurs de descente peuvent être mutualisés. Ainsi, s'il y a n PDA sur le toit, il n'est pas systématiquement nécessaire d'avoir $2n$ conducteurs de descente mais un minimum de n conducteurs de descentes spécifiques est nécessaire.

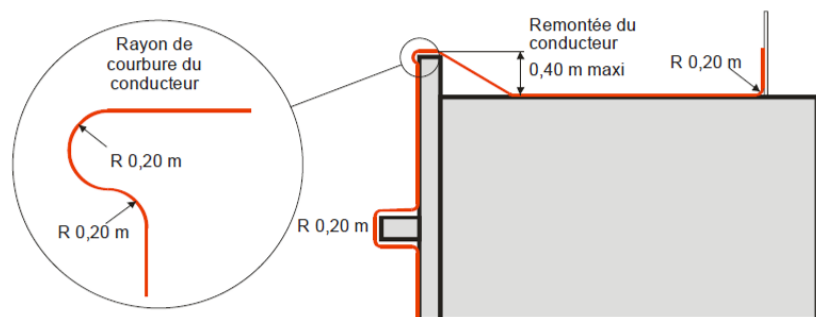
Chacun des conducteurs de descente doit être fixé au PDA au moyen d'un système de connexion placé sur le mât. Ce dernier doit comprendre un élément d'adaptation mécanique qui garantira un contact électrique permanent.

- Installation de **4 conducteurs normalisés** relié entre eux afin de permettre la mutualisation conformément à la norme NF C 17-102.
- Prévoir des réservations dans les acrotères pour le passage des conducteurs si les remontées sont supérieures à 40cm.

Les conducteurs de descente doivent être installés de sorte que leurs cheminements soient aussi directs et aussi courts que possible, en évitant les angles vifs et les sections ascendantes (les rayons de courbure doivent être supérieurs à 20 cm).

Les conducteurs de descente ne doivent pas cheminer le long des canalisations électriques ou croiser ces dernières.

Il convient d'éviter tout cheminement autour des acrotères, des corniches et plus généralement des obstacles. Une hauteur maximale de 40 cm est admise pour passer au-dessus d'un obstacle avec une pente de 45° ou moins.

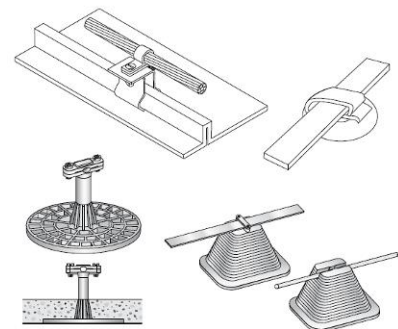


Fixation du conducteur de descente :

Les conducteurs de descente doivent être fixés à raison de **trois fixations par mètre** (environ tous les 33 cm).

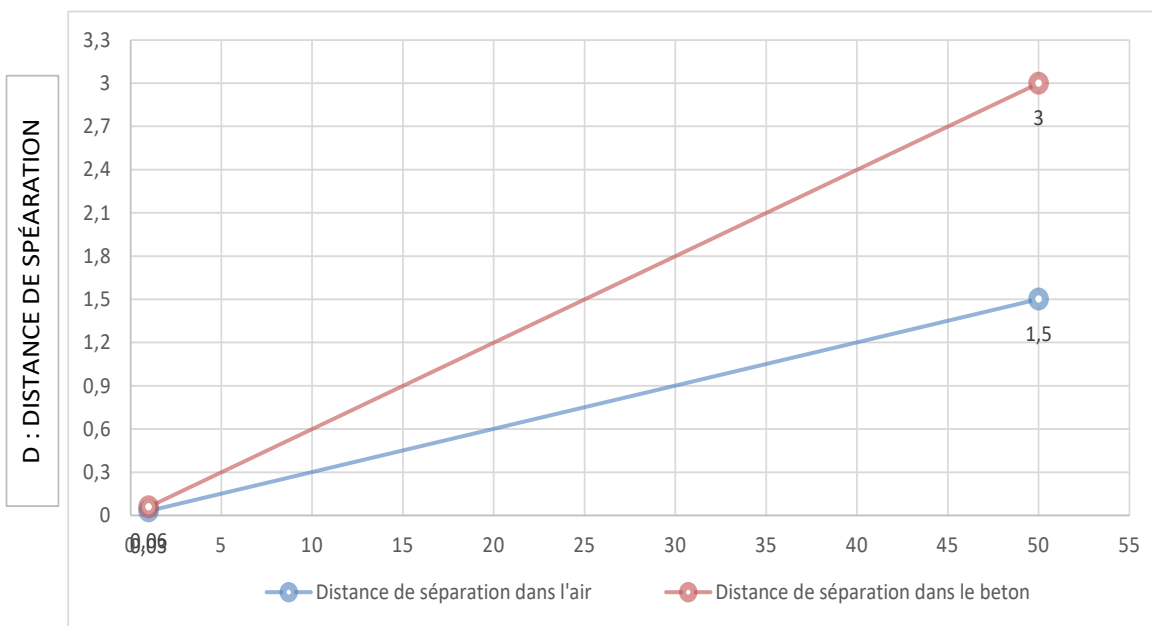
Il convient que ces fixations soient adaptées aux supports et que leur installation n'altère pas l'étanchéité du toit. Les fixations par percements systématiques du conducteur de descente doivent être proscrites.

Tous les conducteurs doivent être connectés entre eux à l'aide de colliers ou raccords de nature identique, de soudures ou d'un brasage.



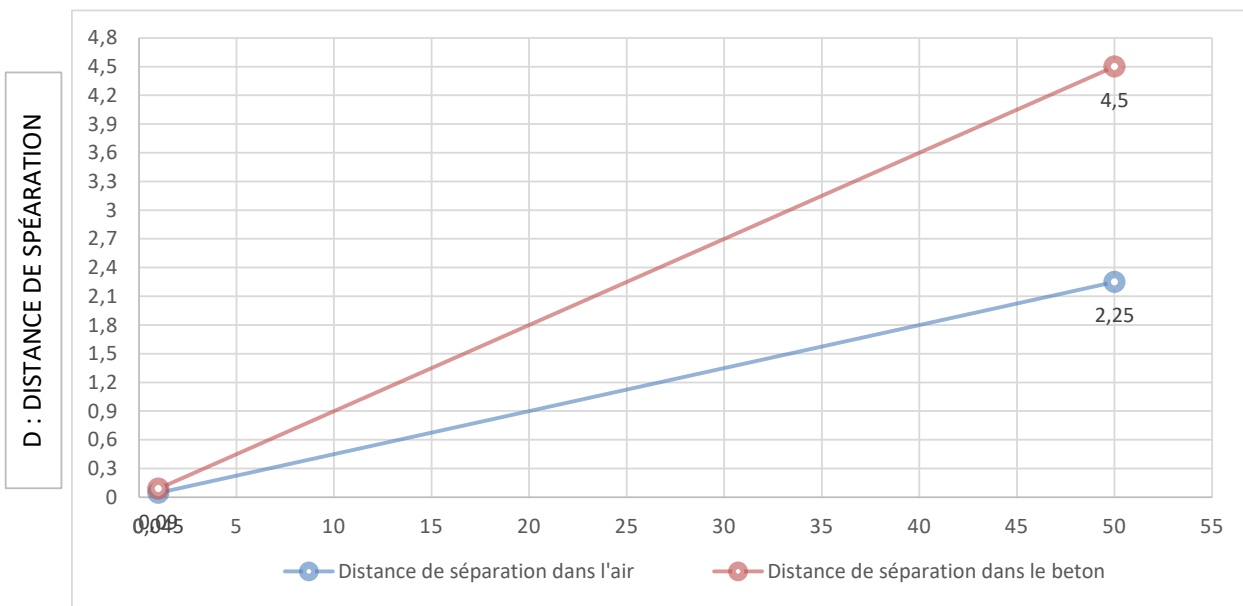
Il convient de protéger les conducteurs de descente contre tout risque de choc mécanique, à l'aide de fourreaux de protection, jusqu'à une hauteur d'au moins **2 m au-dessus du niveau du sol**.

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s																			
Dénomination	coef	valeurs à encoder																	
Coefficient k_i																			
dépend du type de SPF choisi: coefficient d'induction	$K_i =$	0,04																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Niveau de protection</th> <th>k_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>0,08</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>III et IV</td> <td>0,04</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau de protection	k_i	I	0,08	II	0,06	III et IV	0,04											
Niveau de protection	k_i																		
I	0,08																		
II	0,06																		
III et IV	0,04																		
Coefficient k_c																			
Calcul de K_c si terre type A	$K_c =$	0,75																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de conducteurs de descente n</th> <th colspan="2">k_c</th> </tr> <tr> <th>Disposition de terre de type A1 ou A2</th> <th>Disposition de terre de type B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,75 ^{a)}</td> <td>1... 0,5 ^{a)}</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,60 ^{b,c)}</td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> <tr> <td>4 et plus</td> <td>0,41 ^{b,c)}</td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> </tbody> </table> <p>a) Voir l'Annexe E b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées. c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$.</p> <p>NOTE : D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.</p>	Nombre de conducteurs de descente n	k_c		Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B	1	1	1	2	0,75 ^{a)}	1... 0,5 ^{a)}	3	0,60 ^{b,c)}	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}	4 et plus	0,41 ^{b,c)}	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}		
Nombre de conducteurs de descente n		k_c																	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B																	
1	1	1																	
2	0,75 ^{a)}	1... 0,5 ^{a)}																	
3	0,60 ^{b,c)}	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
4 et plus	0,41 ^{b,c)}	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
Coefficient k_m																			
Dépend du matériau de séparation: coefficient lié au <u>matériau</u>																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Matériau</th> <th>k_m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Air</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Béton, briques</td> <td>0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Matériau	k_m	Air	1	Béton, briques	0,5													
Matériau	k_m																		
Air	1																		
Béton, briques	0,5																		
Coefficient l																			
Distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie et la ceinture équipotentielle la plus proche.	$l =$	50																	
Calcul de s																			
	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$																		
Distance maximale (en mètre) à respecter dans l'AIR	$s =$	1,500																	
Distance maximale (en mètre) à respecter dans le BETON	$s =$	3,000																	



L : LONGUEUR DU PARATONNERRE À LA PRISE DE TERRE

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s																			
Dénomination	coef	valeurs à encoder																	
Coefficient k_i																			
dépend du type de SPF choisi: coefficient d'induction	$K_i =$	0,06																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Niveau de protection</th> <th>k_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">I</td> <td align="center">0,08</td> </tr> <tr> <td align="center">II</td> <td align="center">0,06</td> </tr> <tr> <td align="center">III et IV</td> <td align="center">0,04</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau de protection	k_i	I	0,08	II	0,06	III et IV	0,04											
Niveau de protection	k_i																		
I	0,08																		
II	0,06																		
III et IV	0,04																		
Coefficient k_c																			
Calcul de K_c si terre type A	$K_c =$	0,75																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de conducteurs de descente n</th> <th colspan="2">k_c</th> </tr> <tr> <th>Disposition de terre de type A1 ou A2</th> <th>Disposition de terre de type B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">1</td> <td align="center">1</td> <td align="center">1</td> </tr> <tr> <td align="center">2</td> <td align="center">0,75 ^{a)}</td> <td align="center">1... 0,5 ^{a)}</td> </tr> <tr> <td align="center">3</td> <td align="center">0,60 ^{b,c)}</td> <td align="center">1...1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> <tr> <td align="center">4 et plus</td> <td align="center">0,41 ^{b,c)}</td> <td align="center">1...1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">a) Voir l'Annexe E b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées. c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$.</p> <p style="font-size: x-small;">NOTE D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.</p>	Nombre de conducteurs de descente n	k_c		Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B	1	1	1	2	0,75 ^{a)}	1... 0,5 ^{a)}	3	0,60 ^{b,c)}	1...1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}	4 et plus	0,41 ^{b,c)}	1...1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}		
Nombre de conducteurs de descente n		k_c																	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B																	
1	1	1																	
2	0,75 ^{a)}	1... 0,5 ^{a)}																	
3	0,60 ^{b,c)}	1...1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
4 et plus	0,41 ^{b,c)}	1...1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
Coefficient k_m																			
Dépend du matériau de séparation: coefficient lié au <u>matériau</u>																			
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Matériau</th> <th>k_m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">Air</td> <td align="center">1</td> </tr> <tr> <td align="center">Béton, briques</td> <td align="center">0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Matériau	k_m	Air	1	Béton, briques	0,5													
Matériau	k_m																		
Air	1																		
Béton, briques	0,5																		
Coefficient l																			
Distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie et la ceinture équipotentielle la plus proche.	$l =$	50																	
Calcul de s																			
	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$																		
Distance maximale (en mètre) à respecter dans l'AIR	$s =$	2,250																	
Distance maximale (en mètre) à respecter dans le BETON	$s =$	4,500																	



L : LONGUEUR DU PARATONNERRE À LA PRISE DE TERRE

Matériaux et dimensions :

Les matériaux et dimensions des conducteurs de descente devront respectés les prescriptions de la norme NF EN 62561-2.

Le tableau ci-dessous extrait de cette norme donne des exemples de matériau, configuration et section minimale des conducteurs de capture, des tiges et des conducteurs de descente.

Matériau	Configuration	Section minimale
Cuivre, cuivre étamé, acier galvanisé à chaud, acier inoxydable	Plaque pleine (épaisseur min. 2 mm)	50 mm ²
Aluminium	Plaque pleine (épaisseur min. 3 mm)	70 mm ²

Joint de contrôle / borne de coupure :

Chaque conducteur de descente doit être muni d'un joint de contrôle permettant de déconnecter la prise de terre pour procéder à des mesures.

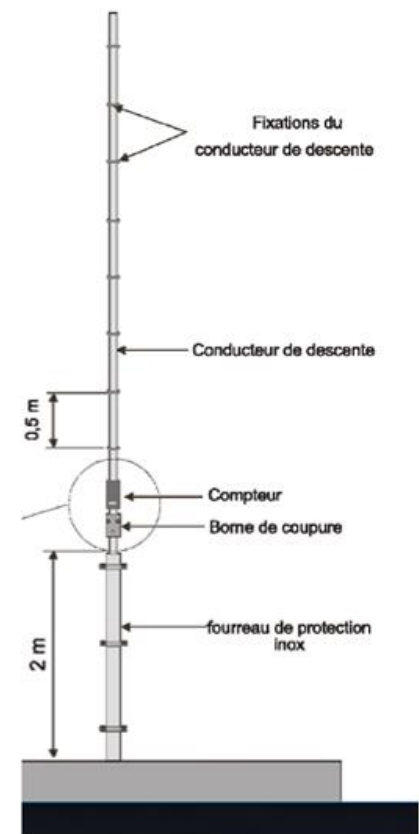
Les joints de contrôle sont en général installés sur les conducteurs de descente en partie basse.

Pour les conducteurs de descente installés sur des parois métalliques ou les SPF non équipés de conducteurs de descente spécifiques, des joints de contrôle doivent être insérés entre chaque prise de terre et l'élément métallique auquel la prise de terre est connectée. Ils sont alors installés à l'intérieur d'un regard de visite (conforme à la NF EN 62561-2) comportant le symbole prise de terre.

Compteur de coup de foudre :

Un compteur de coups de foudre doit être installé sur le conducteur de descente le plus direct et doit être situé de préférence juste au-dessus du joint de contrôle. Il doit être conforme à la NF EN 62561-6.

Il faut minimum un compteur par paratonnerre.



Prise de terre :

Chaque descente sera reliée à une prise de terre, dont la valeur sera inférieure à 10Ω , conforme à la norme NF C 17-102.

- **4 prises de terre** devront être créées.

Les prises de terre doivent satisfaire les exigences suivantes :

- la valeur de résistance mesurée à l'aide d'un équipement classique doit être la plus basse possible (**inférieure à 10Ω**). Cette résistance doit être mesurée au niveau de la prise de terre isolée de tout autre composant conducteur. L'installateur a donc en charge tous les éventuels travaux complémentaires nécessaires, afin d'obtenir une valeur inférieure à 10Ω .

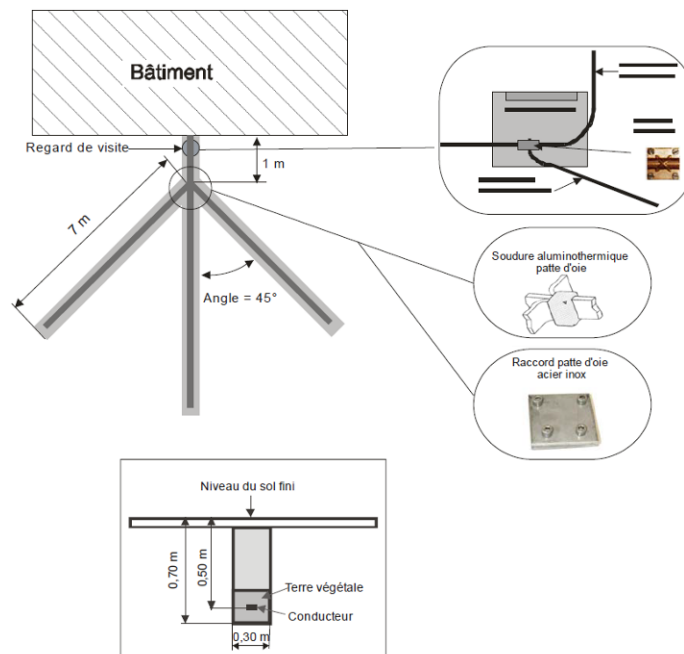
- éviter les prises de terre équipées d'un composant vertical ou horizontal unique excessivement long ($> 20 \text{ m}$) afin d'assurer une valeur d'impédance ou d'inductance la plus faible possible.

Deux configurations sont possibles pour réaliser une prise de terre type A :

○ Patte d'oie

La prise de terre sera disposée sous forme de patte d'oie de grandes dimensions et enterrée à une profondeur minimum de 50 cm à l'aide de conducteurs de même nature et section que les conducteurs de descente, à l'exception de l'aluminium,

Exemple : trois conducteurs de 7 m à 8 m de long, enterrés à l'horizontale, à une profondeur minimum de 50 cm .

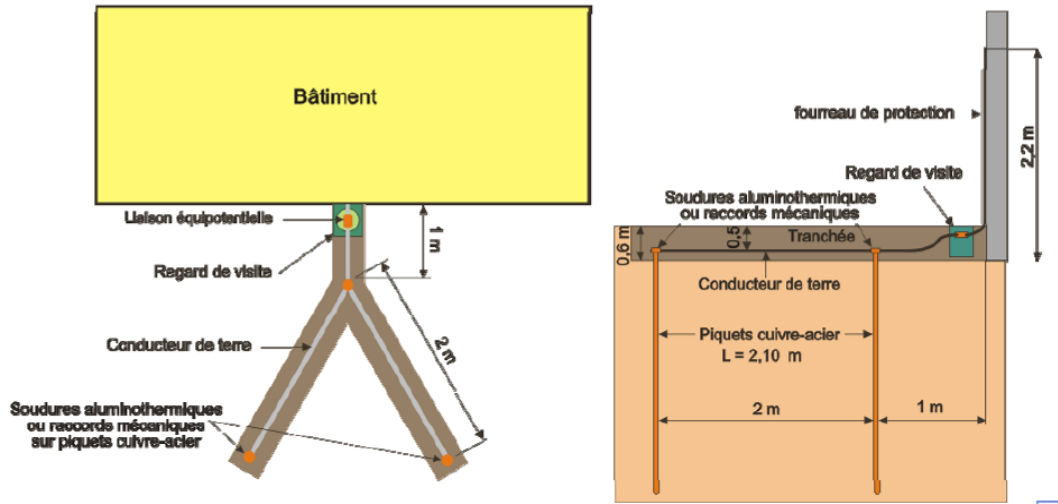


○ Prise de terre ligne ou triangle

Chaque prise de terre type A sera composée de plusieurs électrodes verticales de longueur totale **minimum de 6 m** à une profondeur minimum de **50 cm** :

- disposées en ligne ou en triangle et séparées les unes des autres par une distance égale à au moins la longueur enterrée ;

- interconnectées par un conducteur enterré identique au conducteur de descente ou aux caractéristiques compatibles avec ce dernier.



Les matériaux et dimensions des électrodes de terre devront respectés les prescriptions de la norme NF EN 62561-6.

Le tableau ci-dessous extrait de cette norme donne des exemples de matériau, configuration et dimensions minimales des électrodes de terre.

Matériau	Configuration	Dimensions minimales	
		Électrode de terre	Conducteur de terre
Cuivre	Torsadé, rond plein, plaquer pleine (épaisseur min. 2 mm)		50 mm ²
	Rond plein	ø15 mm	
	Tuyau (épaisseur 2 mm)	ø20 mm	
Acier	Rond plein galvanisé	ø 16 mm	ø 10 mm
	Tube galvanisé	ø 25 mm	
Acier inoxydable	Rond plein	ø 15 mm	ø 10 mm

Exemples de matériau, configuration et dimensions minimales des électrodes de terre (extrait de la norme NF EN 62305-3)

○ Dispositions complémentaires

Lorsque la résistivité élevée du sol empêche d'obtenir une résistance de prise de terre inférieure à 10 Ω à l'aide des mesures de protection normalisées ci-avant, les dispositions complémentaires suivantes peuvent être utilisées :

- Ajout d'un matériau naturel non corrosif de moindre résistivité autour des conducteurs de mise à la terre ;
- Ajout d'électrodes de terre à la disposition en forme de patte d'oie ou connexion de ces dernières aux électrodes existantes ;
- Application d'un enrichisseur de terre conforme à la NF EN 62561-7 ;

Lorsque l'application de toutes les mesures ci-dessus ne permettent pas d'obtenir une valeur de résistance inférieure à 10Ω , il peut être considéré que la prise de terre de Type A assure un écoulement acceptable du courant de foudre lorsqu'elle comprend une longueur totale d'électrode enterrée d'au moins :

- **160 m pour le niveau de protection I ;**
- **100 m pour les niveaux de protection II, III et IV.**

Dans tous les cas, il convient que chaque élément vertical ou horizontal ne dépasse pas 20 m de long.

La longueur nécessaire peut être une combinaison d'électrodes horizontales (longueur cumulée $L1$) et d'électrodes verticales (longueur cumulée $L2$) avec l'exigence suivante :

$$160 \text{ (respectivement } 100 \text{ m)} < L1 + 2xL2$$

Equipotentialités des prises de terre

Il convient de connecter les prises de terre des paratonnerres à dispositif d'amorçage au fond de fouille du bâtiment à l'aide d'un conducteur normalisé (voir NF EN 50164-2) par un dispositif déconnectable situé de préférence dans un regard de visite comportant le symbole « *Prise de terre* ».

Conditions de proximité

Les composants de la prise de terre du SPF à dispositif d'amorçage doivent être à au moins **2 m de toute canalisation métallique ou canalisation électrique enterrée** si ces canalisations ne sont pas connectées d'un point de vue électrique à la liaison équipotentielle principale de la structure.

Pour les sols dont la résistivité est supérieure à $500 \Omega \text{ m}$, la distance minimum est portée à 5 m.

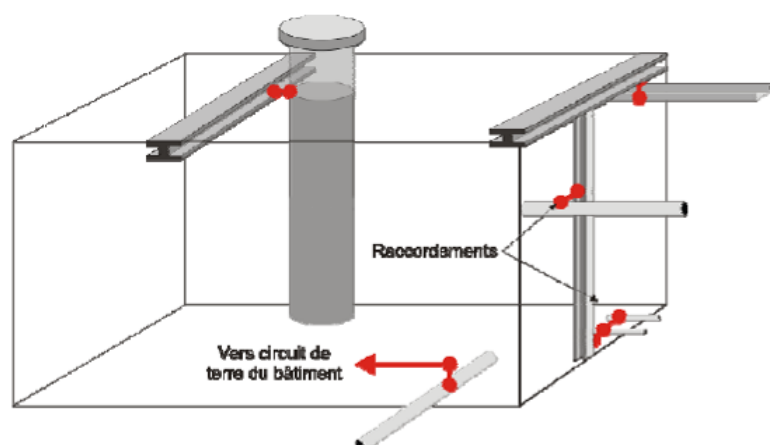
Tension de contact et de pas

Pour limiter le phénomène des tensions de pas et de contact à proximité des descentes, le maître d'œuvre doit prévoir l'une des solutions suivantes :

- L'isolation des conducteurs de descente est assurée pour 100 kV, sous une impulsion de choc 1,2/50 μs , par exemple, par une épaisseur minimale de 3 mm en polyéthylène réticulé ;
- Des restrictions physiques et/ou des pancartes d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m.

Protection des canalisations

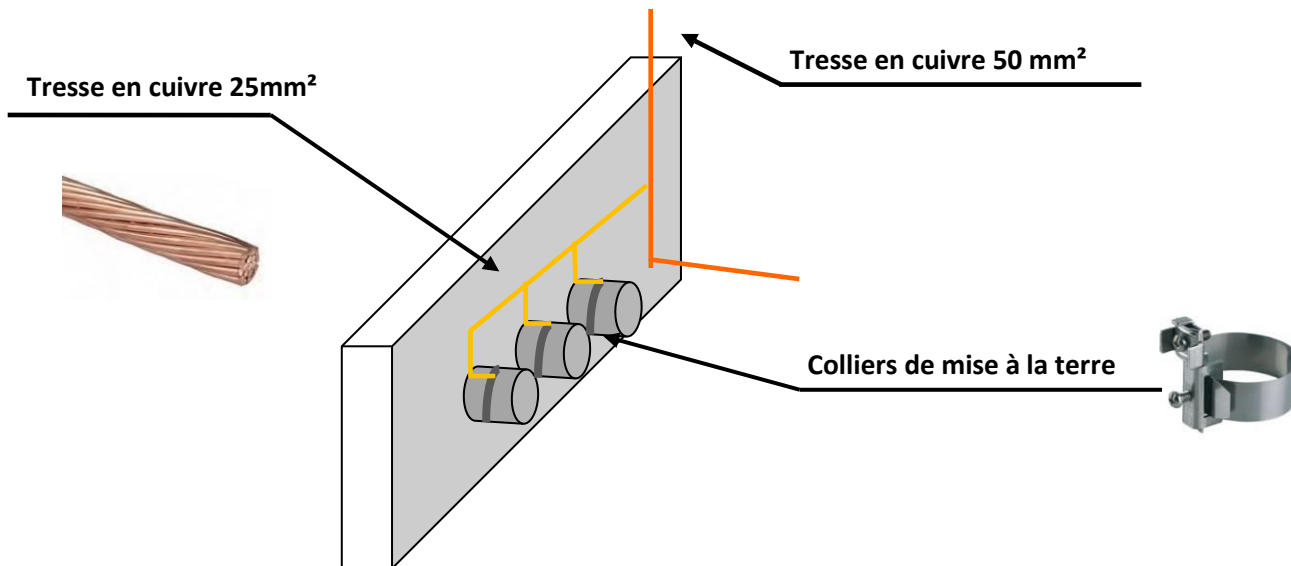
Interconnecter les canalisations métalliques (à l'exception des canalisations de gaz) au circuit de terre à leur pénétration dans le bâtiment à l'aide de tresses en cuivre étamé de 25mm^2 .



Réseau biogaz :

Le réseau de biogaz est composé de tuyauteries soudées enterrée (pression nominale 5 mbar), avec revêtement anticorrosion. Cette tuyauterie relie les différents équipements de méthanisation (digesteur, biogaz, torchère...), jusqu'à l'unité de traitement du biogaz.

- Au niveau de chaque pénétration dans le réservoir, réaliser une liaison équipotentielle de 25 mm² minimum entre le réseau de terre et les canalisations.

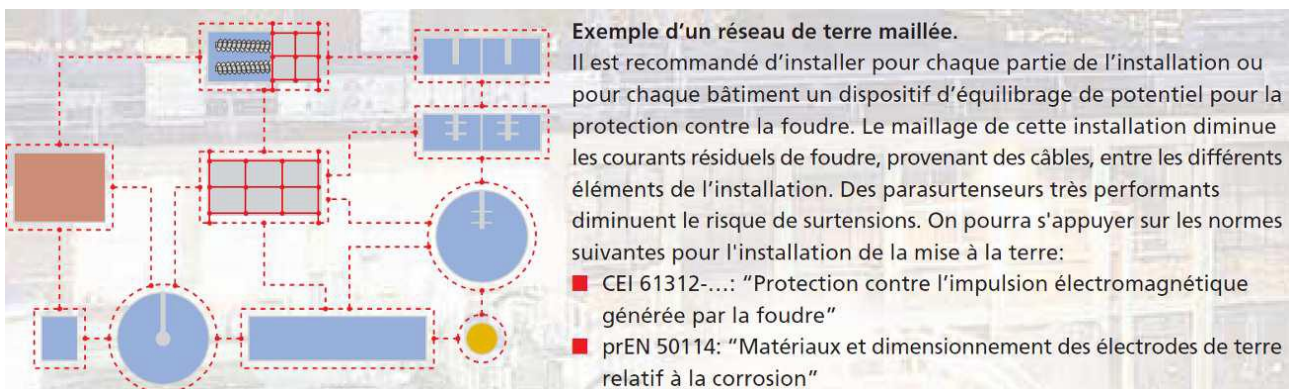


Ensemble du site :

Toutes les structures métalliques seront équipées d'une boucle de fond de fouille en câble de cuivre de 50 mm² qui sera installée dans le sol avec une liaison équipotentielle entre les différents éléments des structures (piliers, IPN, canalisations...) cela afin d'assurer une parfaite équipotentialité et continuité électrique.

Cette continuité électrique est un des maillons essentiels de la protection contre les effets directs de la foudre dans le cas présent.

Ces interconnexions seront réalisées de préférence, par soudures aluminothermies CALDWELL et plutôt que par serrage simple.



Exemple d'un réseau de terre maillée

- **Châssis / caillebotis**

L'ensemble des châssis et caillebotis métalliques devront être interconnectés au réseau de terre existant en utilisant des conducteurs de connexion de section conformes à la norme NF EN 62305-3 (voir en exemple les photos ci-dessous).

Composant de mise à la terre	Matériau	Section
Bornes de terre	Cu, Fe	50 mm ²
Conducteurs de connexion depuis les bornes de terre au système de terre ou entre les autres bornes de terre	Cu Al Fe	14 mm ² 22 mm ² 50 mm ²
Conducteurs de connexion depuis les installations internes métalliques et les bornes de terre	Cu Al Fe	5 mm ² 8 mm ² 16 mm ²

Chapitre 6 PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS

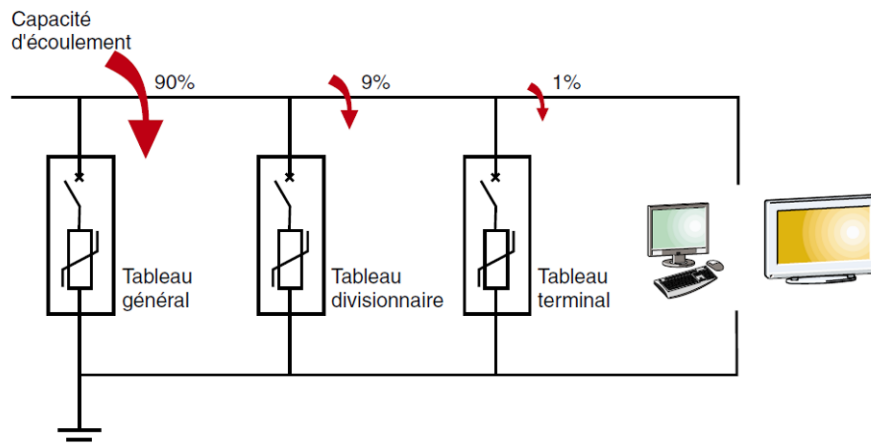
Suite à l'analyse probabiliste du risque foudre basée sur la norme NF EN 62305-2, une protection contre les **effets indirects de la foudre de niveau III / IV** est nécessaire.

6.1 GENERALITES SUR LES IIPF

La protection foudre se structure de la même façon qu'une protection disjoncteur : les parafoudres de plus forte capacité d'écoulement sont en tête d'installation et ceux qui ont des caractéristiques plus faibles sont situés dans les tableaux divisionnaires ou dans les tableaux terminaux.

Dans l'organisation de la protection foudre, on distingue donc :

- **La protection de tête** : elle est située en tête d'installation, au niveau du TGBT ou en tête des bâtiments si l'installation en comporte plusieurs.
- **La protection fine** : elle est positionnée au plus proche des récepteurs



6.2 LES DIFFERENTS TYPES DE PARAFOUDRES

Les parafoudres permettent de réaliser la protection de tête pour certains, ou la protection fine, et se classent de la façon suivante :

- **Les parafoudres de type 1** : avec une très forte capacité d'écoulement, ils sont destinés à la protection de tête des bâtiments équipés de paratonnerres.
- **Les parafoudres de type 2** : avec une forte capacité d'écoulement, ils servent pour la protection de tête en l'absence de paratonnerre.
- **Les parafoudres de type 1 + 2** : parafoudres qui satisfont aux essais de parafoudre de type 1 et de type 2.
- **Les parafoudres de type 3** : ils sont exclusivement réservés à la protection fine des récepteurs et s'installent derrière un type 1 ou un type 2.

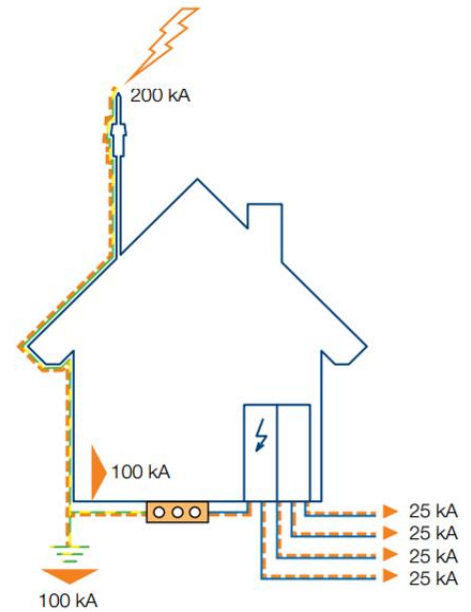
6.3 PROTECTION DES COURANTS FORTS

6.3.1 DETERMINATIONS DES CARACTERISTIQUES DES PARAFOUDRES

Ces parafoudres sont obligatoires étant donné la présence d'un dispositif de capture (PDA). Ces parafoudres doivent être soumis aux essais de classe I, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350 μ s, représentatives du courant de foudre généré lors d'un impact direct.

Pour le dimensionnement des parafoudres de **TYPE 1**, la norme NF EN 62305 -1 précise que lorsque le courant de foudre s'écoule à la terre, il se divise en 2 :

- ⇒ 50 % vers les prises de terre ;
- ⇒ 50 % dans les éléments conducteurs et les réseaux pénétrant dans la structure.



Calcul du courant I_{imp} des parafoudres de type 1 :

Détermination du courant I_{imp} que doit pouvoir écouler le parafoudre sans destruction : le parafoudre doit pouvoir écouler au minimum 50% du courant de foudre direct en onde 10/350 μ s.

Premier choc court			Niveau de protection			
Paramètres du courant	Symbole	Unité	I	II	III	IV
Courant crête	I	kA	200	150	100	

Le niveau de protection calculé dans l'Analyse du Risque Foudre conduit à déterminer le courant foudre que doit pouvoir écouler le parafoudre. Ce courant est donnée par la formule suivante :

$$I_{imp} = \frac{0,5}{n \times m} \times I_{imp \max}$$

n est le nombre de pôles
 m est le nombre de lignes

Nous retenons les valeurs suivantes :

- Niveau de protection : III
- Nombre de pôles n : 3 ou 4 (à définir en fonction du régime de neutre)
- Nombre de lignes m : 1

On retrouve ainsi les résultats suivants :

Courant de choc I_{imp} en onde 10/350 μ s \geq 16,7 kA

	Nombre de fils par ligne	Niveau de protection			
		I	II	III	IV
		Valeur de I_{imp} mini (en kA)			
IT avec neutre	4	25,0	18,8	12,5	
IT sans neutre	3	33,3	25,0	16,7	
TN-C	3	33,3	25,0	16,7	
TN-S (tri + neutre)	4	25,0	18,8	12,5	
TN-S (mono)	2	50,0	37,5	25,0	
TT (tri + neutre)	4	25,0	18,8	12,5	
TT (mono)	2	50,0	37,5	25,0	

Liste des parafoudres à installer :

PARAFOUDRE TYPE 1	
Type de parafoudre	Localisation
Remplacer le parafoudre type 2 existant par : 1 parafoudre Type 1 Régime ITSN – $I_{imp} \geq 25$ kA $U_p \leq 2,5$ kV	TGBT 1
1 parafoudre Type 1 Régime ITSN – $I_{imp} \geq 25$ kA $U_p \leq 2,5$ kV	Nouveau TGBT Méthanisation

PARAFOUDRE TYPE 1 + 2	
Type de parafoudre	Localisation
1 parafoudre Type 1 + 2 (Régime TN-C – $I_{imp} \geq 25$ kA $U_p \leq 1,5$ kV	Tableau DIGESTION +GAZOMETRE
1 parafoudre Type 1 + 2 (Régime TN-C – $I_{imp} \geq 25$ kA $U_p \leq 1,5$ kV	Tableau TRAITEMENT BIOGAZ

PARAFOUDRE TYPE 2	
Type de parafoudre	Localisation
1 parafoudre Type 2 $U_p \leq 1,5$ kV $I_n = 5$ kA / $I_n = 10$ kA	Équipements Importants Pour la Sécurité

Liste des caractéristiques des parafoudres :

Les parafoudres de type 1 ont les caractéristiques suivantes selon CEI 61643-11 et guide UTE C 15-443.

Caractéristiques des parafoudres Type 1 :

- Régime de neutre : **ITSN**
- Tension maximale en régime permanent **Uc = 400 V**
- Courant maximum de décharge (onde 10/350 μ s) : **I_{imp} \geq 25 kA**
- Niveau de protection / **Up \leq 2,5 kV**
- Forme du courant : **10/350 μ s**
- Signalisation de défaut en face avant

Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

Caractéristiques des parafoudres Type 1 + 2 :

- Parafoudre de **type 1 + 2**
- Régime de neutre : **ITSN**
- Tension maximale en régime permanent **Uc = 400 V**
- Courant maximum de décharge (onde 10/350 μ s) : **I_{imp} \geq 25 kA**
- Intensité nominale In de décharge (en onde 8/20 μ s) **\geq 5kA ;**
- Intensité maximale I_{max} de décharge (en onde 8/20 μ s) **\geq 10kA**
- Niveau de protection / **Up \leq 1,5 kV**
- Forme du courant : **10/350 μ s et 8/20 μ s**
- Signalisation de défaut en face avant

Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion

Caractéristiques des parafoudres Type 2 :

- Intensité nominale In de décharge (en onde 8/20 μ s) **\geq 5kA ;**
- Intensité maximale I_{max} de décharge (en onde 8/20 μ s) **\geq 10kA**
- Niveau de protection / **Up \leq 1,5 kV**
- Forme du courant : **8/20 μ s**
- Signalisation de défaut en face avant

Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

NOTA : L'installation des parafoudres devra impérativement respecter les recommandations du guide UTE C 15-443 et respecter une homogénéité des marques (coordination).

6.3.2 RACCORDEMENT

L'efficacité de la protection contre la foudre dépend principalement de la qualité de l'installation des parafoudres.

En cas de coup de foudre, l'impédance des câbles électriques augmente de façon importante (l'impédance du circuit croît également avec sa longueur). La loi d'ohm nous impose $U = Zi$ et, en cas de coup de foudre, i est très grand.

Ainsi la longueur L_1 , L_2 et L_3 de la règle des « 50 cm » impactent directement la tension aux bornes de l'installation pendant le coup de foudre.

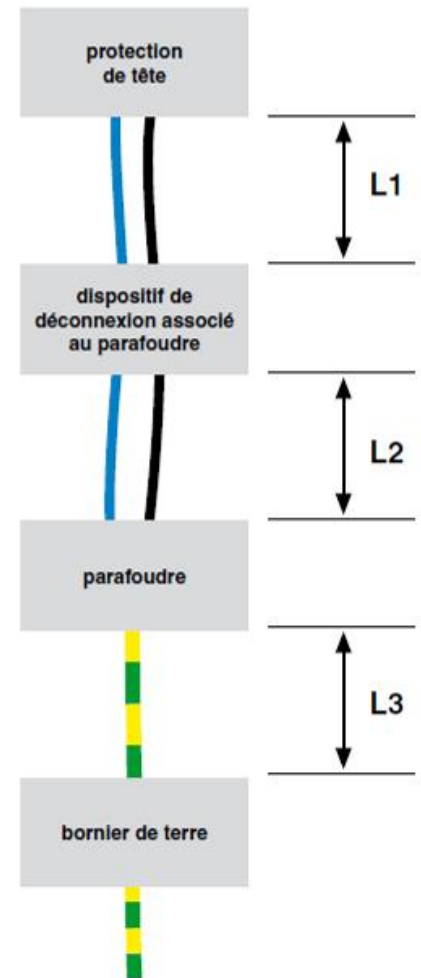
Les parafoudres seront raccordés au niveau du jeu de barres principal de l'armoire.

Le raccordement devra être réalisé de la manière la plus courte et la plus rectiligne possible afin de réduire la surface de boucle générée par le montage des câbles phases, neutre et PE.

La longueur cumulée de conducteurs parallèles de raccordement du parafoudre au réseau devra être **strictement inférieure à 0,50 m ($L_1+L_2+L_3$)**.

La règle s'applique à la portion de circuit empruntée exclusivement par le courant de foudre. Lorsque la longueur de celle-ci est supérieure à 50 cm, la surtension transitoire devient trop importante et risque d'endommager les récepteurs.

La mise en œuvre doit être réalisée conformément au guide UTE C 15-443.



6.3.3 DISPOSITIF DE DECONNEXION

Il est prévu un dispositif de protection contre les courants de défaut et les surintensités (Fusibles HPC, disjoncteur...). Ce dispositif sera dimensionné par l'installateur (**note de calculs à l'appui**). **Afin de privilégier la continuité des installations électriques**, les dispositifs de protection des parafoudres respecteront **les règles de sélectivité et devront avoir un pouvoir de coupure supérieur à l'ICC au point de l'installation**.

Le dispositif de protection devra permettre une bonne tenue aux chocs de foudre, ainsi qu'une résistance aux courants de court-circuit adaptée et devra garantir la protection contre les contacts indirects après destruction du parafoudre. Une signalisation par voyant mécanique indique le défaut et un contact inverseur permet d'assurer le report d'alarme à distance.

L'installateur devra dimensionner le dispositif de protection en fonction du guide INERIS « *Choix et installation des déconnecteurs pour les parafoudres BT de Type 1* » et des recommandations des fabricants de parafoudres.

6.4 PROTECTION DES COURANTS FAIBLES

Les parafoudres « courants faibles » seront conformes, entre autres, à la norme : NF EN 61643-21 qui définit les prescriptions de fonctionnement et les méthodes d'essais de ces parafoudres.

Le paramètre "tension de limitation impulsionnelle" quantifie la surtension résiduelle en aval du parafoudre lorsqu'il est sollicité par une surtension. Concernant ce paramètre, les essais les plus représentatifs des coups de foudre sont :

- Les essais de **catégorie D** pour les effets directs de la foudre (onde de courant 10/350 μ s) correspondent aux parafoudres qui doivent être installés sur les services entrants.
- Les essais de **catégorie C** pour les effets induits de la foudre (onde de courant 8/20 μ s).

Les parafoudres courants faibles choisis devront être adaptés au niveau de protection nécessaire, ainsi qu'au type de signal transitant sur la liaison. Des essais devront être réalisés pour vérifier que la transmission du signal n'est pas perturbée suite à la mise en place de parafoudres.

Une protection par parafoudre spécifique aux lignes téléphonique devra être installée au niveau du report d'alarme, choisis en fonction de la connectique requise, du niveau de tension du signal, du débit de transmission ou de la bande de fréquence.

Chapitre 7 PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX

7.1 PROTECTION CONTRE LES TENSIONS DE CONTACT ET DE PAS A PROXIMITE DES CONDUCTEURS

Les risques sont réduits à un niveau tolérable si une des conditions suivantes est satisfaite :

- La probabilité pour que les personnes s'approchent et la durée de leur présence à l'extérieur de la structure et à proximité des conducteurs de descente est très faible.
- Les conducteurs naturels de descente sont constitués de plusieurs colonnes de la structure métallique de la structure ou de plusieurs poteaux en acier interconnectés, assurant leur continuité électrique.
- La résistivité de la couche de surface du sol, jusqu'à 3 m des conducteurs de descente, n'est pas inférieure à 5 kΩm.

Si aucune de ces conditions n'est satisfaite, des mesures de protection doivent être prises contre les lésions d'être vivants en raison des tensions de contact telles que :

- L'isolation des conducteurs de descente est assurée pour 100 kV, sous une impulsion de choc 1,2/50 μs, par exemple, par une épaisseur minimale de 3 mm en polyéthylène réticulé ;
- Des restrictions physiques et/ou des pancartes d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m.

Des pancartes d'avertissement seront installées sur les descentes cheminant à proximité des zones de passage du personnel.

7.2 DETECTION D'ORAGE

Pour permettre de manière fiable de faire évacuer les zones ouvertes, le système d'alerte, à l'approche d'un front orageux, peut-être :

- Soit un service local de détection des orages et/ou fronts orageux par réseau national METEORAGE,
- Soit un système local de détection par moulin à champ.

En effet, lors de l'approche ou de la formation d'une cellule orageuse, le champ électrostatique au sol varie de façon importante (de 150 V/m à 15kV/m en période orageuse).

Un dispositif (moulin à champ) mesure localement cette variation et informe le décideur sur la façon de gérer cette situation à risque

Une mise en place de procédure spécifique de prévention d'orage est nécessaire :

- **Ne pas intervenir en toiture**
- **Ne pas intervenir sur les installations électriques BT, courants faibles et Télécommunications**

7.3 PROCEDURE

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 :

- Un homme en toiture représente un pôle d'attraction.
- Lorsque le terrain est dégagé à environ 15 mètres du bâtiment ou d'un pylône d'éclairage par exemple, il y a risque de foudroiement direct ou risque de choc électrique par tension de pas.
- Toute intervention sur un réseau électrique (même un réseau de capteurs) présente des risques importants de choc électrique par surtensions induites.

Les formations, les procédures, les instructions lors des permis de feu ou de travail doivent par conséquent informer ou rappeler ce risque.

En période d'orage proche, on ne doit pas :

- Entreprendre de tournée d'inspection.
- Travailler en hauteur.
- Rester dans les endroits dégagés ou à risques.
- Travailler sur le réseau électrique.

Chapitre 8 REALISATION DES TRAVAUX

La mise en œuvre des préconisations doit être réalisée par une société spécialisée et agréée



« Installation de paratonnerres et parafoudres ».

La qualité de l'installation des systèmes de protection est essentielle pour assurer une efficacité de la protection foudre. L'entreprise devra fournir son attestation Qualifoudre à la remise de son offre.

La marque Qualifoudre :

La marque QUALIFOUDRE identifie les sociétés compétentes dans le domaine de la foudre. Il est attribué depuis 2004 aux fabricants, aux bureaux d'études, aux installateurs et aux vérificateurs d'installations de protection.

Le label QUALIFOUDRE permet aux professionnels de la foudre de répondre aux exigences réglementaires de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 (JOE du 5 aout 2011).

Chapitre 9 VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS

9.1 VERIFICATION INITIALE

Dès la réalisation d'une installation de protection contre la foudre, une vérification finale destinée à s'assurer que l'installation est conforme aux normes doit être faite avant 6 mois et comporter :

- Nature, section et dimensions des organes de capture et de descente,
- Cheminement de ces différents organes,
- Fixation mécanique des conducteurs,
- Respect des distances de séparation,
- Existence de liaisons équipotentielles,
- Valeurs des résistances des prises de terre (par le maître d'œuvre),
- Etat de bon fonctionnement des têtes ionisantes pour les PDA (éventuels),
- Interconnexion des prises de terre entre elles.
- Vérification des parafoudres (câblage, section,..).

Pour certaines, ces vérifications sont visuelles. Pour les autres, il faudra s'assurer des continuités électriques par des mesures (maître d'œuvre).

Le maître d'œuvre devra, au préalable, mettre à la disposition de l'inspecteur réalisant la vérification le dossier d'ouvrage exécuté (D.O.E.) correspondant aux travaux réalisés par ses soins : cheminements des liaisons de masses, implantation des parafoudres dans les armoires respectant toutes les recommandations de l'Etude Technique.

9.2 VERIFICATION PERIODIQUE

La circulaire du 24 avril 2008 stipule que l'installation de protection foudre doit être contrôlée par un organisme compétent :

- Visuellement tous les ans.
- Complètement tous les 2 ans.

Chaque vérification périodique doit faire l'objet d'un rapport détaillé reprenant l'ensemble des constatations et précisant les mesures correctives à prendre. Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts dans le système de protection contre la foudre, il convient d'y remédier dans les meilleurs délais afin de maintenir l'efficacité optimale du système de protection contre la foudre.

9.3 VERIFICATION SUPPLEMENTAIRE

Dans le cadre de l'application de la norme NF EN 62305-3, des vérifications supplémentaires des installations de protection contre la foudre peuvent être réalisées suite aux événements suivants :

- Travaux d'agrandissement du site,
- Forte période orageuse dans la région,
- Impact sur les installations protégées (procédure de vérification des compteurs de coups de foudre et établissement d'un historique),
- Impossibilité d'installer un système de comptage efficace, dès qu'un doute existe après une activité locale orageuse,
- Perturbations sur des contrôles/commandes ont été constatées, alors une vérification de l'état des dispositifs de protection contre les surtensions est nécessaire.

Toutes ces vérifications devront être annotées dans un carnet de bord mis à disposition du vérificateur, inspecteur, etc.

9.4 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).

Chapitre 10 BILAN DES TRAVAUX A REALISER

Le tableau ci-dessous synthétise les travaux à réaliser dans le cadre de la protection contre la foudre.

Structure	Protection effets directs	Protection effets indirects
Ensemble du site	<p><u>SILOS BOUES :</u></p> <p>Mise en place de 1 Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage (PDA) 60µs afin de protéger le bâtiment en Niveau III.</p> <p><u>TRAITEMENT BIOGAZ :</u></p> <p>Mise en place de 1 Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage (PDA) 60µs afin de protéger le bâtiment en Niveau III.</p> <p><u>DIGESTEUR, GAZOMETRE, TORCHERE :</u></p> <p>Mise en place de 1 Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage (PDA) 60µs afin de protéger cette zone en Niveau II.</p>	<p>Mise en place de parafoudre type 1 de niveau II au niveau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - TGBT 1 - TGBT Méthanisation <p>Mise en place de parafoudre type 1+2 de niveau II au niveau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - TD DIGESTION + GAZOMETRE - TD TRAITEMENT BIOGAZ <p>Mise en place de parafoudre type 2 au niveau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Éléments importants pour la sécurité

Annexe 3 : Fiches de données de sécurité

CHLORURE FERRIQUE

Liquide acide de couleur brun foncé

Odeur piquante et irritante



Utilisation(s) : Coagulant pour traitement des eaux, conditionnement des boues résiduaires, déphosphatation des eaux usées



Synonyme(s) : perchlorure de fer, chlorure de fer (III)

Formule chimique : $FeCl_3 \cdot 6H_2O$

Concentration : 41 %

Densité / (eau) = 1,44

pH = 1,41

80

2582

RISQUES

- **Par contact** : brûlures des muqueuses et des yeux, irritation de la peau (coloration brune temporaire).
- **Par inhalation** : à partir de 70°C, risque de graves brûlures des voies respiratoires.
- **Par ingestion** : brûlures de l'appareil digestif. Risque de graves complications.
- **Exposition chronique** : problèmes osseux.

▪ **En cas d'incendie** : dégagement de vapeurs toxiques de chlore (Cl_2), d'acide chlorhydrique (HCl), d'hydrogène (H_2) : graves complications respiratoires pouvant aller jusqu'au décès.

- **Pour l'environnement** : nocif pour les organismes aquatiques.

RÉACTIONS CHIMIQUES DANGEREUSES

TOUJOURS VERSER l'acide et la base dans l'eau !

Eau : risque de projections !

Métaux : dégagement de chaleur important (réaction exothermique). Dégagement d'hydrogène (H_2) inflammable et explosif.

Bases (soude, potasse,...) : risques de projection, dégagement de chaleur (réaction exothermique).

Acides (acide sulfurique) : risques de projection, dégagement de chaleur (réaction exothermique).

Eau de Javel : dégagement de chlore gazeux (Cl_2) toxique.



PORT OBLIGATOIRE



A changer impérativement en cas de souillure

Combinaison cat.3 type 3 Gants néoprène, PVC ou butyle
(ex. Combinaison Tychem C)



Lunettes-masque

Ecran facial

Bottes néoprène, PVC ou butyle

En cas d'irritation respiratoire et/ ou de présence de brouillard/vapeurs/aérosols : porter impérativement un masque à cartouche (type BE2/ P3)



Port de lentilles de contact A ÉVITER

STOCKAGE

Stocker à l'extérieur ou dans un local bien ventilé, à l'abri du soleil et de toute source de chaleur.

Stocker dans des conteneurs en Polyéthylène (PE), en PolyChlorure de Vinyle (PVC), PolyÉthylène (PE) ou acier ébonité voire caoutchoutée.

Conteneurs métalliques INTERDITS.

CONDUITE A TENIR EN CAS D'ACCIDENT

Evacuer et isoler la zone polluée
PRÉVENIR les SECOURS



18 : pompiers
15 : SAMU
112 : numéro d'urgence européen
: numéro interne du site
04 91 75 25 25 : Centre Anti-Poison

SE PROTÉGER AVANT de porter SECOURS

Premiers secours en cas de :

Contact avec la peau :



Laver immédiatement et abondamment à l'eau pendant 15 minutes ou à la diphotérine.
Retirer les vêtements contaminés sous la douche.

Contact avec les yeux :



Laver immédiatement et abondamment à l'eau pendant au moins 15 minutes ou à la diphotérine. Garder les paupières écartées.

Inhalation :



Eloigner la victime de la zone polluée.
La laisser au repos, allongée sur le côté (PLS) jusqu'à l'arrivée des secours.

Ingestion :



NE PAS faire boire NI vomir.

CONSULTER UN MÉDECIN OU UN OPHTALMOLOGISTE

En cas d'incendie :



Porter un ARI et intervenir à deux.
Eau interdite comme agent d'extinction.

Déversement dans l'environnement :



Rejet interdit dans l'environnement. Contenir et collecter avec un matériau absorbant non combustible. Eliminer en centre de traitement agréé.

Pour plus d'informations, se reporter à la Fiche de Données Sécurité du fournisseur, présente sur site ou la fiche toxicologique de l'INRS n°154 (www.inrs.fr)

Brenntag SE, Messeallee 11, 45131 Essen, Allemagne
- SDS shipment -

12.01.2022

SAGA - STEP AVIGNON
Chemin de Courtine 570

FR- 84000 AVIGNON

Objet : Fiches de Données de Sécurité pour nos produits

Madame, Monsieur,

Brenntag, en tant qu'acteur responsable de la distribution de produits chimiques, se conforme aux exigences du règlement REACH et vous transmet les fiches de données de sécurité des produits que vous nous avez commandés.

A savoir:

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

En cas de mise à jour significative, impactant les critères prévus par le règlement REACH, la FDS du produit concerné vous sera renvoyée. Pour recevoir plus rapidement ces fiches, n'attendez pas pour transmettre l'adresse mail du destinataire à votre correspondant Brenntag.

Ces documents, indispensables pour une bonne utilisation des produits, sont à diffuser à toutes les personnes concernées au sein de votre entreprise.

L'équipe commerciale de votre région reste à votre disposition pour tout renseignement complémentaire. N'hésitez pas à les contacter (coordonnées ci-dessous).

Sincères salutations,
Les équipes Brenntag

PS : Ces documents sont également disponibles en téléchargement sur le site www.brenntag.fr

Aquitaine – Pays de Loire

Service Client 1

Tél : 02 40 95 27 17

commercial.serviceclient1@brenntag.fr

commande.serviceclient1@brenntag.fr

Ile de France – Val de Loire

Service Client 4

Tél : 01 64 51 20 00

commercial.serviceclient4@brenntag.fr

commande.serviceclient4@brenntag.fr

Bretagne – Pays de Loire

Midi-Pyrénées

Service Client 2

Tél : 02 43 70 54 39

commercial.serviceclient2@brenntag.fr

commande.serviceclient2@brenntag.fr

Grand Nord Est

Service Client 5

Tél : 03 83 43 08 97

commercial.serviceclient5@brenntag.fr

commande.serviceclient5@brenntag.fr

Normandie - Picardie

Service Client 3

Tél : 02 35 33 70 08

commercial.serviceclient3@brenntag.fr

commande.serviceclient3@brenntag.fr

Sud Est

Service Client 6

Tél : 04 72 22 15 00

commercial.serviceclient6@brenntag.fr

commande.serviceclient6@brenntag.fr

FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ conformément au Règlement (CE)
No. 1907/2006

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

Version 1.1

Date d'impression 11.01.2022

Date de révision 08.08.2019

RUBRIQUE 1: Identification de la substance/du mélange et de la société/l'entreprise

1.1. Identificateur de produit

Nom commercial : "CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

1.2. Utilisations identifiées pertinentes de la substance ou du mélange et utilisations déconseillées

Utilisation de la substance/du mélange : Usages identifiés : voir le tableau en début d'annexe pour une vision globale des usages identifiés.

Utilisations déconseillées : Actuellement, aucune utilisation contre-indiquée n'a été identifiée

Remarques : Avant de se référer aux scénarios d'exposition annexés à cette Fiche de Données de Sécurité, veuillez vérifier le grade du produit acheté : les scénarios d'exposition présentés ne sont pas associés à tous les grades produit.

1.3. Renseignements concernant le fournisseur de la fiche de données de sécurité

Société : BRENNTAG S.A.
Avenue du Progrès 90
FR 69680 CHASSIEU

Téléphone : +33(0)4.72.22.16.00
Téléfax : +33(0)4.72.79.53.74
Adresse e-mail : FDS@brenntag.fr
Personne responsable/émettrice : Direction HSE

1.4. Numéro d'appel d'urgence

Numéro d'appel d'urgence : Numéro d'urgence de sécurité BRENNTAG SA
Disponible 7j/7 et 24h/24
0800 07 42 28 appel depuis la France
+33 800 07 42 28 (international)

Accès aux centres anti-poisons de France
(serveur ORFILA de l'INRS)
Disponible 7j/7 et 24h/24
Informations limitées aux intoxications
01 45 42 59 59 appel depuis la France
+33 1 45 42 59 59 (international)

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2**RUBRIQUE 2: Identification des dangers****2.1. Classification de la substance ou du mélange****Classification selon le règlement (CE) N° 1272/2008**

RÈGLEMENT (CE) No 1272/2008			
Classe de danger	Catégorie de danger	Organes cibles	Mentions de danger
Substances ou mélanges corrosifs pour les métaux	Catégorie 1	---	H290
Toxicité aiguë (Oral(e))	Catégorie 4	---	H302
Irritation cutanée	Catégorie 2	---	H315
Lésions oculaires graves	Catégorie 1	---	H318

Pour le texte complet des Phrases-H mentionnées dans ce chapitre, voir section 16.

Effets néfastes les plus importants

- Santé humaine : Se référer à la section 11 pour les informations toxicologiques.
- Dangers physico-chimiques : Se référer à la section 9/10 pour les informations physicochimiques.
- Effets potentiels sur l'environnement : Se référer à la section 12 pour les informations relatives à l'environnement.

2.2. Éléments d'étiquetage**Etiquetage selon le règlement (CE) N° 1272/2008**

Symboles de danger :



Mention d'avertissement : Danger

Mentions de danger : H290 Peut être corrosif pour les métaux.
 H302 Nocif en cas d'ingestion.
 H315 Provoque une irritation cutanée.
 H318 Provoque de graves lésions des yeux.

Conseils de prudence

Prévention : P234 Conserver uniquement dans l'emballage d'origine.
 P280 Porter des gants de protection/ des vêtements de protection/ un équipement de

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

protection des yeux/ du visage.

Intervention : P301 + P312 + P330 EN CAS D'INGESTION: Appeler un CENTRE ANTIPOISON/un médecin en cas de malaise. Rincer la bouche.
 P302 + P352 EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU: Laver abondamment à l'eau/savon.
 P305 + P351 + P338 + P310 EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX: Rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer. Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON/un médecin.

Composants dangereux qui doivent être listés sur l'étiquette:

- trichlorure de fer

2.3. Autres dangers

Voir section 12.5 pour les résultats de l'évaluation PBT et vPvB.

RUBRIQUE 3: Composition/informations sur les composants

3.2. Mélanges

Nature chimique : Solution aqueuse

Composants dangereux	Concentration [%]	Classification (RÈGLEMENT (CE) No 1272/2008)	
		Classe de danger / Catégorie de danger	Mentions de danger
trichlorure de fer			
No.-CAS : 7705-08-0	>= 25 - <= 99	Acute Tox.4	H302
No.-CE : 231-729-4		Skin Irrit.2	H315
No. enr. : 01-2119497998-05-xxxx		Eye Dam.1	H318
REACH EU		Met. Corr.1	H290

Pour le texte complet des Phrases-H mentionnées dans ce chapitre, voir section 16.

RUBRIQUE 4: Premiers secours

4.1. Description des premiers secours

Conseils généraux : Enlever immédiatement tout vêtement souillé.

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

- En cas d'inhalation : Amener la victime à l'air libre en cas d'inhalation des vapeurs. Respiration artificielle en cas de respiration irrégulière ou d'arrêt respiratoire. En cas de perte de conscience tourner la personne sur le côté. Appeler immédiatement un médecin.
- En cas de contact avec la peau : Après contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec de l'eau. Consulter un médecin en cas d'indisposition.
- En cas de contact avec les yeux : Rincer immédiatement avec beaucoup d'eau, également sous les paupières. Pendant au moins 15 minutes. Consulter immédiatement un ophtalmologiste. Si possible, consulter les urgences ophtalmiques.
- En cas d'ingestion : Se rincer la bouche à l'eau puis boire beaucoup d'eau. Ne jamais rien faire avaler à une personne inconsciente. Si une personne vomit et est couchée sur le dos, la tourner sur le côté. Appeler immédiatement un médecin.

4.2. Principaux symptômes et effets, aigus et différés

- Symptômes : Voir le chapitre 11 pour des informations plus détaillées sur les effets pour la santé et les symptômes.
- Effets : Voir le chapitre 11 pour des informations plus détaillées sur les effets pour la santé et les symptômes.

4.3. Indication des éventuels soins médicaux immédiats et traitements particuliers nécessaires

- Traitement : Traiter de façon symptomatique. Pas de données supplémentaires disponibles.

RUBRIQUE 5: Mesures de lutte contre l'incendie**5.1. Moyens d'extinction**

- Moyens d'extinction appropriés : Utiliser des moyens d'extinction appropriés aux conditions locales et à l'environnement proche. Le produit lui-même ne brûle pas.
- Moyens d'extinction inappropriés : Jet d'eau à grand débit

5.2. Dangers particuliers résultant de la substance ou du mélange

- Dangers spécifiques pendant la lutte contre l'incendie : En cas d'incendie, refroidir les récipients exposés avec un jet d'eau pulvérisée, L'échauffement provoque une élévation de la pression avec risque d'éclatement
- Produits de combustion dangereux : Chlorure d'hydrogène gazeux, Chlore

5.3. Conseils aux pompiers

- Équipements de : En cas d'incendie, porter un appareil de protection respiratoire

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

protection particuliers des pompiers : autonome. Porter un équipement de protection individuel.
Conseils supplémentaires : Collecter séparément l'eau d'extinction contaminée, ne pas la rejeter dans les canalisations.

RUBRIQUE 6: Mesures à prendre en cas de dispersion accidentelle**6.1. Précautions individuelles, équipement de protection et procédures d'urgence**

Précautions individuelles : Utiliser un équipement de protection individuelle. Tenir à distance les personnes non protégées. Assurer une ventilation adéquate. Éviter le contact avec la peau et les yeux. Ne pas respirer les vapeurs ou le brouillard de pulvérisation.

6.2. Précautions pour la protection de l'environnement

Précautions pour la protection de l'environnement : Ne pas déverser dans les eaux de surface ou dans les égouts. Éviter la pénétration dans le sous-sol.

6.3. Méthodes et matériel de confinement et de nettoyage

Méthodes et matériel de confinement et de nettoyage : Recueillir à l'aide d'un produit absorbant les liquides (sable, kieselguhr, neutralisant d'acide, liant universel). Conserver dans des récipients adaptés et fermés pour l'élimination.

Information supplémentaire : Traiter le produit récupéré selon la section "Considérations relatives à l'élimination".

6.4. Référence à d'autres rubriques

Voir la section 1 pour l'information de contact en cas d'urgences.
Voir la section 8 pour l'information sur l'équipement de protection personnelle.
Voir la section 13 pour l'information sur le traitement de déchets.

RUBRIQUE 7: Manipulation et stockage**7.1. Précautions à prendre pour une manipulation sans danger**

Conseils pour une manipulation sans danger : Conserver le récipient bien fermé. Assurer une ventilation adéquate. Éviter la formation d'aérosols. Utiliser un équipement de protection individuelle. Éviter le contact avec la peau, les yeux et les vêtements. Ne pas respirer les vapeurs ou le brouillard de pulvérisation. Prévoir des douches de sécurité et des fontaines oculaires dans les ateliers où le produit est régulièrement manipulé.

Mesures d'hygiène : Conserver à l'écart des aliments et boissons, y compris ceux pour animaux. Ne pas manger, fumer ou boire dans la zone de travail. Se laver les mains avant les pauses et à la fin de la journée de travail. Enlever immédiatement tout vêtement souillé.

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2**7.2. Conditions d'un stockage sûr, y compris d'éventuelles incompatibilités**

Exigences concernant les aires de stockage et les conteneurs	: Conserver dans le conteneur d'origine.
Indications pour la protection contre l'incendie et l'explosion	: Mesures préventives habituelles pour la protection contre l'incendie. Ce produit n'est pas inflammable.
Information supplémentaire sur les conditions de stockage	: Conserver hermétiquement fermé dans un endroit sec et frais. Conserver dans un endroit bien ventilé.
Précautions pour le stockage en commun	: Conserver à l'écart des aliments et boissons, y compris ceux pour animaux.
Matériaux d'emballage appropriés	: Polyéthylène
Matériaux d'emballage inappropriés	: , Aluminium, cuivre, Nickel, Etain, acier

7.3. Utilisation(s) finale(s) particulière(s)

Utilisation(s) particulière(s)	: Usages identifiés : voir le tableau en début d'annexe pour une vision globale des usages identifiés.
--------------------------------	--

RUBRIQUE 8: Contrôles de l'exposition/protection individuelle**8.1. Paramètres de contrôle****Autres valeurs limites d'exposition professionnelle**

Information (supplémentaire)	: Ne contient pas de substances avec des valeurs limites d'exposition professionnelle.
------------------------------	--

Composant:	trichlorure de fer	No.-CAS 7705-08-0
-------------------	---------------------------	--------------------------

Dose dérivée sans effet (DNEL) / Dose dérivée avec effet minimum (DMEL)

DDSE (dose dérivée sans effet)	
Travailleurs, Effets systémiques à long terme, Inhalation	: 2 mg/m ³
DDSE (dose dérivée sans effet)	
Travailleurs, Effets systémiques aigus, Inhalation	: 2 mg/m ³
DDSE (dose dérivée sans effet)	
Travailleurs, Effets systémiques à long terme, Contact avec la peau	: 0,57 mg/kg p.c./jour
DDSE (dose dérivée sans effet)	

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

Travailleurs, Effets systémiques aigus, Contact avec la peau : 0,57 mg/kg p.c./jour

DDSE (dose dérivée sans effet)

Consommateurs, Effets systémiques à long terme, Inhalation : 0,5 mg/m3

DDSE (dose dérivée sans effet)

Consommateurs, Effets systémiques aigus, Inhalation : 0,5 mg/m3

DDSE (dose dérivée sans effet)

Consommateurs, Effets systémiques à long terme, Contact avec la peau : 0,29 mg/kg p.c./jour

DDSE (dose dérivée sans effet)

Consommateurs, Effets systémiques aigus, Contact avec la peau : 0,29 mg/kg p.c./jour

DDSE (dose dérivée sans effet)

Consommateurs, Effets systémiques à long terme, Ingestion : 0,29 mg/kg p.c./jour

Concentration prédite sans effet (PNEC)

STP Fe : 500 mg/l

Sédiment d'eau douce Fe : 49500 mg/kg poids sec (p.s.)

Sédiment marin Fe : 49500 mg/kg poids sec (p.s.)

Sol Fe : 55500 mg/kg poids sec (p.s.)

8.2. Contrôles de l'exposition**Contrôles techniques appropriés**

Voir mesures de protection sous chapitre 7 et 8.

Équipement de protection individuelle*Protection respiratoire*

Conseils : En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié.
En cas de formation d'aérosol ou de brume, utiliser une protection respiratoire appropriée.
Protection respiratoire conforme à EN 141.
Filtre combiné: B-P2

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

Filtre combiné:E-P2

Protection des mains

Conseils : Gants de protection conformes à EN 374.
Veuillez observer les instructions concernant la perméabilité et le délai de rupture de la matière qui sont fournies par le fournisseur de gants. Prendre également en considération les conditions locales spécifiques dans lesquelles le produit est utilisé, telles que le risque de coupures, d'abrasion et le temps de contact. Les gants de protection doivent être remplacés dès l'apparition des premières traces d'usure.
L'information suivante s'applique aux solutions aqueuses saturées.

Matériel : Caoutchouc Naturel
Délai de rupture : ≥ 8 h
Épaisseur du gant : 0,5 mm

Matériel : Polyisoprène
Délai de rupture : ≥ 8 h
Épaisseur du gant : 0,5 mm

Matériel : Caoutchouc nitrile
Délai de rupture : ≥ 8 h
Épaisseur du gant : 0,35 mm

Matériel : Caoutchouc butyle.
Délai de rupture : ≥ 8 h
Épaisseur du gant : 0,5 mm

Matériel : Caoutchouc fluoré
Délai de rupture : ≥ 8 h
Épaisseur du gant : 0,4 mm

Matériel : Chlorure de polyvinyle
Délai de rupture : ≥ 8 h
Épaisseur du gant : 0,5 mm

Protection des yeux

Conseils : Lunettes de protection

Protection de la peau et du corps

Conseils : Porter un équipement de protection individuel.

Contrôles d'exposition liés à la protection de l'environnement

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

Conseils généraux : Ne pas déverser dans les eaux de surface ou dans les égouts.
Éviter la pénétration dans le sous-sol.

RUBRIQUE 9: Propriétés physiques et chimiques**9.1. Informations sur les propriétés physiques et chimiques essentielles**

Forme	: liquide
Couleur	: brun
Odeur	: faible caractéristique
Seuil olfactif	: Donnée non disponible
pH	: env. 1
Point de fusion/point de congélation	: env. -12 °C
Point/intervalle d'ébullition	: 100 - 105 °C
Point d'éclair	: Non applicable
Taux d'évaporation	: Donnée non disponible
Inflammabilité (solide, gaz)	: Non applicable
Limite d'explosivité, supérieure	: Non applicable
Limite d'explosivité, inférieure	: Non applicable
Pression de vapeur	: Donnée non disponible
Densité de vapeur relative	: Donnée non disponible
Densité	: 1,42 g/cm ³ 40% solution 1,48 g/cm ³ solution 45 %
Hydrosolubilité	: complètement soluble
Coefficient de partage: n-octanol/eau	: log Kow -4 (24 °C) valeur pour la substance anhydre
Température d'auto-inflammabilité	: Non applicable
Décomposition thermique	: 315 °C Se décompose par chauffage.
Viscosité, dynamique	: Donnée non disponible
Explosibilité	: Le produit n'est pas explosif
Propriétés comburantes	: Non comburant

CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2**9.2. Autres informations**

Corrosion pour les métaux : Corrosif pour les métaux

RUBRIQUE 10: Stabilité et réactivité**10.1. Réactivité**

Conseils : Pas de décomposition si le produit est entreposé et utilisé selon les prescriptions.

10.2. Stabilité chimique

Conseils : Stable dans les conditions recommandées de stockage.

10.3. Possibilité de réactions dangereuses

Réactions dangereuses : Dégage de l'hydrogène en présence de métaux. Réagit avec des alcalis. Réagit avec les agents réducteurs Corrosif(ve) au contact avec des métaux

10.4. Conditions à éviterConditions à éviter : Chaleur.
Décomposition thermique : 315 °C
Se décompose par chauffage.**10.5. Matières incompatibles**

Matières à éviter : Bases fortes. Acides. Alcalis.

10.6. Produits de décomposition dangereux

Produits de décomposition dangereux : Chlorure d'hydrogène, Chlorures

RUBRIQUE 11: Informations toxicologiques**11.1. Informations sur les effets toxicologiques****Données pour le produit****Toxicité aiguë****Oral(e)**

Estimation de la toxicité aiguë : 505 - 2000 mg/kg) (Méthode de calcul)

Inhalation

Non classé, sur la base des méthodes de calcul du règlement CLP.

Dermale

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

Non classé, sur la base des méthodes de calcul du règlement CLP.

Irritation**Peau**

Résultat : Classifié selon la méthode de calcul du règlement CLP.

Yeux

Résultat : Classifié selon la méthode de calcul du règlement CLP.

Sensibilisation

Résultat : Non classé, sur la base des méthodes de calcul du règlement CLP.

Effets CMR**Propriétés CMR**

Cancérogénicité : Non classé, sur la base des méthodes de calcul du règlement CLP.
Mutagénicité : Non classé, sur la base des méthodes de calcul du règlement CLP.
Tératogénicité : Donnée non disponible
Toxicité pour la reproduction : Donnée non disponible

Toxicité pour un organe cible spécifique**Exposition unique**

Remarques : Non classé, sur la base des méthodes de calcul du règlement CLP.

Exposition répétée

Remarques : Non classé, sur la base des méthodes de calcul du règlement CLP.

Autres propriétés toxiques**Toxicité à dose répétée**

Donnée non disponible

Danger par aspiration

Non applicable,

Composant: trichlorure de fer No.-CAS 7705-08-0

Toxicité aiguë**Oral(e)**

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

DL50 : 1300 mg/kg (Souris) Références croisées

Inhalation

Donnée non disponible

Dermale

DL50 : > 2000 mg/kg (Rat) (OCDE ligne directrice 402)

Irritation**Peau**

Résultat : Irritant pour la peau. (Rat)

Yeux

Résultat : Dommage irréversible. (Lapin) (OECD - Ligne Directrice 405) Références croisées

Sensibilisation

Résultat : non sensibilisant(e) (Essai localisé sur les ganglions lymphatiques; Souris) (OCDE ligne directrice 429) Références croisées

Effets CMR**Cancérogénicité**

(négatif, Rat, Fischer 344/DuCrj, mâle et femelle)(Oral(e))(OCDE ligne directrice 451)

Propriétés CMR

Cancérogénicité : Cette substance n'est pas considérée comme carcinogène.
Mutagénicité : Les tests in vitro n'ont pas montré des effets mutagènes
Térogénicité : Donnée non disponible
Toxicité pour la reproduction : Donnée non disponible

Génotoxicité in vitro

Résultat : négatif (Test d'aberration chromosomique in vitro; Fibroblastes de hamster chinois; avec ou sans activation métabolique) (OCDE ligne directrice 487)

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

négatif (Étude in vitro de mutations géniques sur cellules de mammifères; Cellules de lymphome de souris; avec ou sans activation métabolique) (OCDE ligne directrice 476)
 négatif (essai de mutation inverse; Salmonella typhimurium) (OCDE ligne directrice 471)

Génotoxicité in vivo

Résultat : négatif (Test d'aberration chromosomique in vivo; Souris)

Toxicité pour un organe cible spécifique**Exposition unique**

Remarques : La substance ou le mélange n'est pas classé comme toxique spécifique pour un organe cible, exposition unique.

Exposition répétée

Remarques : La substance ou le mélange n'est pas classé comme toxique spécifique pour un organe cible, exposition répétée.

Autres propriétés toxiques**Toxicité à dose répétée**

NOEL : 277 mg/kg
 (Rat, mâle)(Oral(e); 90 jours) (OCDE ligne directrice 408)
 NOEL : 314 mg/kg
 (Rat, femelle)(Oral(e); 90 jours) (OCDE ligne directrice 408)

Danger par aspiration

Aucune classification comme toxique pour l'exposition par aspiration,

RUBRIQUE 12: Informations écologiques**12.1. Toxicité**

Composant:	trichlorure de fer	No.-CAS 7705-08-0
-------------------	---------------------------	--------------------------

Toxicité aiguë**Poisson**

CL50 : 20,3 mg/l (Lepomis macrochirus (Crapet arlequin); 96 h)

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2**Toxicité pour la daphnie et les autres invertébrés aquatiques**

CE50 : 9,6 mg/l (Daphnia magna (Grande daphnie); 48 h) (Immobilisation; OCDE Ligne directrice 202)

algue

CE50r : 6,9 mg/l (Pseudokirchneriella subcapitata (algues vertes); 72 h)
(OCDE Ligne directrice 201)
NOEC : 2,4 mg/l (Pseudokirchneriella subcapitata (algues vertes); 72 h)
(OCDE Ligne directrice 201)

Toxicité chronique**Poisson**

NOEC : 0,32 mg/l (Pimephales promelas (Vairon à grosse tête); 33 jr)

Invertébrés aquatiques

NOEC : 0,7 mg/l (Daphnia magna (Grande daphnie); 21 jr)

12.2. Persistence et dégradabilité

Composant:	trichlorure de fer	No.-CAS 7705-08-0
-------------------	---------------------------	--------------------------

Persistence et dégradabilité**Persistence**

Résultat : Donnée non disponible

Biodégradabilité

Résultat : Les méthodes pour déterminer la biodégradabilité ne s'appliquent pas aux substances inorganiques.

12.3. Potentiel de bioaccumulation

Composant:	trichlorure de fer	No.-CAS 7705-08-0
-------------------	---------------------------	--------------------------

Bioaccumulation

Résultat : BCF: < 20 (Cyprinus carpio (Carpe); 5 mg/l; Substance d'essai: sulfate de fer(II) heptahydrate) Une bioaccumulation n'est pas à

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

envisager.

12.4. Mobilité dans le sol

Composant:	trichlorure de fer	No.-CAS 7705-08-0
Mobilité		

Sol : immobile

12.5. Résultats des évaluations PBT et vPvB

Données pour le produit		
Résultats des évaluations PBT et vPvB		

Résultat : Cette substance/ce mélange ne contient aucun ingrédient considéré comme persistant, bio-accumulable et toxique (PBT), ou très persistant et très bio-accumulable (vPvB) à des niveaux de 0,1% ou plus.

Composant:	trichlorure de fer	No.-CAS 7705-08-0
Résultats des évaluations PBT et vPvB		

Résultat : Cette substance n'est pas considérée comme persistante, ni bioaccumulable ni toxique (PBT)., Cette substance n'est pas considérée comme très persistante et très bioaccumulable (vPvB).

Résultat : Les critères PBT et vPvB de l'Annexe XIII de la directive REACH ne s'appliquent pas pour les substances inorganiques.

12.6. Autres effets néfastes

Données pour le produit		
Information écologique supplémentaire		

Résultat : Ne pas déverser dans les eaux de surface ou dans les égouts. Éviter la pénétration dans le sous-sol.

Composant:	trichlorure de fer	No.-CAS 7705-08-0
Information écologique supplémentaire		

Résultat : Ne pas déverser dans les eaux de surface ou dans les égouts. Effets nocifs sur les organismes aquatiques par déplacement de la valeur du pH. Éviter la pénétration dans le sous-sol.

RUBRIQUE 13: Considérations relatives à l'élimination**13.1. Méthodes de traitement des déchets**

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

- Produit : L'élimination avec les déchets normaux n'est pas permise. Une élimination comme déchet spécial est nécessaire conformément à la réglementation locale. Empêcher le produit de pénétrer dans les égouts. Contacter les services d'élimination de déchets.
- Emballages contaminés : Les emballages contaminés doivent être vidés aussi complètement que possible et peuvent alors, après nettoyage adéquat, faire l'objet d'une récupération. Si le recyclage n'est pas possible, éliminer conformément aux réglementations locales.
- Numéro européen d'élimination des déchets : Aucun code déchet du catalogue européen des déchets ne peut être attribué à ce produit, car seule l'utilisation qu'en fait l'utilisateur permet cette attribution. Le code déchet est établi en consultation avec la déchetterie.

RUBRIQUE 14: Informations relatives au transport**14.1. Numéro ONU**

2582

14.2. Désignation officielle de transport de l'ONU

ADR : CHLORURE DE FER III EN SOLUTION
 RID : CHLORURE DE FER III EN SOLUTION
 IMDG : FERRIC CHLORIDE SOLUTION

14.3. Classe(s) de danger pour le transport

ADR-Classe : 8
 (Étiquettes; Code de classification; Numéro d'identification du danger; Code de restriction en tunnels) 8; C1; 80; (E)
 RID-Classe : 8
 (Étiquettes; Code de classification; Numéro d'identification du danger) 8; C1; 80
 IMDG-Classe : 8
 (Étiquettes; No EMS) 8; F-A, S-B

14.4. Groupe d'emballage

ADR : III
 RID : III
 IMDG : III

14.5. Dangers pour l'environnement

Dangereux pour l'environnement selon l'ADR : non
 Dangereux pour l'environnement selon RID : non
 Polluant marin selon le code IMDG : non

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2**14.6. Précautions particulières à prendre par l'utilisateur**

Non applicable

14.7. Transport en vrac conformément à l'annexe II de la convention Marpol 73/78 et au recueil IBC

IMDG : Non applicable

RUBRIQUE 15: Informations relatives à la réglementation**15.1. Réglementations/législation particulières à la substance ou au mélange en matière de sécurité, de santé et d'environnement****Données pour le produit**

EU. REACH, Annexe XVII, Restrictions applicables à la fabrication, à la mise sur le marché et à l'utilisation de certaines substances dangereuses et de certains mélanges et articles dangereux. : ; La substance / mélange ne relève pas de cette législation.

Directive EU. 2012/18/EU (SEVESO III) Annexe I : ; La substance / mélange ne relève pas de cette législation.

Nomenclature des installations classées (ICPE) - Directive Seveso III : NC Non classé

Composant:	trichlorure de fer	No.-CAS 7705-08-0
-------------------	---------------------------	--------------------------

UE. Règlement UE n° 649/2012 concernant les exportations et importations de produits chimiques dangereux : ; La substance / mélange ne relève pas de cette législation.

EU. REACH, Annexe XVII, Restrictions applicables à la fabrication, à la mise sur le marché et à l'utilisation de certaines substances dangereuses et de certains mélanges et articles dangereux. : ; La substance / mélange ne relève pas de cette législation.

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

articles dangereux.

Directive EU. : ; La substance / mélange ne relève pas de cette législation.
2012/18/EU (SEVESO
III) Annexe I

France. INRS, tableaux : Table : A; Listé
des maladies
professionnelles

**État actuel de notification
trichlorure de fer:**

Source réglementaire	Notification	Numéro de notification
AICS	OUI	
DSL	OUI	
EINECS	OUI	231-729-4
ENCS (JP)	OUI	(1)-213
IECSC	OUI	
ISHL (JP)	OUI	(1)-213
KECI (KR)	OUI	KE-21134
NZIOC	OUI	HSR004016
PICCS (PH)	OUI	
TSCA	OUI	

15.2. Évaluation de la sécurité chimique

Une Évaluation de la Sécurité Chimique a été faite pour cette substance.

RUBRIQUE 16: Autres informations**Texte complet des Phrases-H citées dans les sections 2 et 3.**

H290	Peut être corrosif pour les métaux.
H302	Nocif en cas d'ingestion.
H315	Provoque une irritation cutanée.
H318	Provoque de graves lésions des yeux.

Abréviations et acronymes

FBC	facteur de bioconcentration
DBO	demande biochimique en oxygène
CAS	Chemical Abstracts Service
CLP	classification, étiquetage et emballage
CMR	cancérogène, mutagène ou toxique pour la reproduction

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

DCO	demande chimique en oxygène
DNEL	dose dérivée sans effet
EINECS	Inventaire européen des substances chimiques commerciales existantes
ELINCS	liste européenne des substances chimiques notifiées
SGH	système général harmonisé pour la classification et l'étiquetage des produits chimiques
CL50	concentration létale médiane
LOAEC	concentration minimale avec effet nocif observé
LOAEL	dose minimale avec effet nocif observé
LOEL	dose minimale avec effet observé
NLP	ne figure plus sur la liste des polymères
NOAEC	concentration sans effet nocif observé
NOAEL	dose sans effet nocif observé
NOEC	concentration sans effet observé
NOEL	dose sans effet observé
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
LEP	limite d'exposition professionnelle
PBT	persistant, bioaccumulable et toxique
N° REACH Autor.	REACH - Numéro d'autorisation
N° REACH ConsDemAutor.	REACH - Numéro de consultation sur des demandes d'autorisation
PNEC	concentration prédite sans effet
STOT	toxicité spécifique pour certains organes cibles
SVHC	substance extrêmement préoccupante
UVCB	substances de composition inconnue ou variable, produits de réaction complexes ou matières biologiques
vPvB	très persistant et très bioaccumulable

Information supplémentaire

Les principales références bibliographiques et sources de données	:	Des informations de notre (nos) fournisseur(s) et données issues de la base des substances enregistrées de l'Agence Européenne des Produits Chimiques (ECHA) ont été utilisées pour créer la présente fiche de données de sécurité.
Méthodes usitées pour la classification	:	La classification des dangers pour la santé humaine, physique ou chimique et les dangers environnementaux sont dérivés de la combinaison de méthodes de calcul et si possible de données de test.
Informations de formation	:	Les travailleurs doivent être formés régulièrement à la manipulation sûre des produits basé sur les informations fournies dans la Fiche de Données de Sécurité et les conditions locales de la zone de travail. Les réglementations nationales pour la formation des travailleurs à la manipulation de produits dangereux doivent être également respectées.
Autres informations	:	Les informations contenues dans cette fiche de données

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

de sécurité sont basées sur l'état de nos connaissances, à la date indiquée.

Les informations données dans la présente fiche doivent être considérées comme une description des exigences sécurité concernant le produit, elles ne doivent pas être considérées comme une garantie ou une spécification qualité et n'ont pas de valeur contractuelle sur les propriétés de celui-ci.

Les informations contenues dans cette fiche de données de sécurité concernent le produit spécifiquement désigné, et ne peuvent pas être valides s'agissant du produit associé à un autre produit ou à un procédé, à moins que cela soit spécifié dans le texte du présent document.

|| Indique la section remise à jour.

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

N°.	Titre	Groupe d'utilisateurs principaux (SU)	Secteur d'utilisation (SU)	Catégorie de produit (PC)	Catégorie de procédé (PROC)	Catégorie de rejet dans l'environnement (ERG)	Catégorie d'article (AC)	Spécification
1	Fabrication de la substance	3	8	NA	1, 2, 3, 8b	1	NA	ES950
2	Formulation & (re)conditionnement des substances et mélanges	3	NA	NA	1, 2, 3, 4, 5, 8a, 8b, 9, 14, 15	2, 5	NA	ES952
3	Utilisation dans le processus du traitement des eaux	3	NA	NA	2, 5, 8a, 8b	4	NA	ES19543
4	Utilisation en tant qu'adjuvant de fabrication, catalyseur, agent déshydratant, régulateur de pH	3	8, 14	NA	2, 3, 4, 8b, 9, 15, 22, 26	4, 5, 6a, 6b	NA	ES960
5	Utilisation dans le traitement du gaz	3	NA	NA	2, 8a, 8b	2	NA	ES958

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2**1. Titre court du scénario d'exposition 1: Fabrication de la substance**

Groupes d'utilisateurs principaux	SU 3: Utilisations industrielles: Utilisations de substances en tant que telles ou en préparations sur sites industriels
Secteurs d'utilisation finale	SU8: Fabrication de substances chimiques en vrac, à grande échelle (y compris les produits pétroliers)
Catégories de processus	PROC1: Utilisation dans des processus fermés, exposition improbable PROC2: Utilisation dans des processus fermés continus avec exposition momentanée maîtrisée PROC3: Utilisation dans des processus fermés par lots (synthèse ou formulation) PROC8b: Transfert de substance ou de préparation (chargement/ déchargement) à partir de récipients ou de grands conteneurs, ou vers ces derniers, dans des installations spécialisées
Catégories de rejet dans l'environnement	ERC1: Fabrication de substances

2.1 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition de l'environnement pour: ERC1

Caractéristiques du produit	Concentration de la Substance dans le Mélange/l'Article	Couvre les pourcentages de substance dans le produit jusqu'à 100 %.
Quantité utilisée	Quantité annuelle par site	145000 tonne(s)/an
	Quantité journalière par site	483,333 tonnes
Fréquence et durée d'utilisation	Exposition continue	300 jours/ an
Autres conditions opératoires données affectant l'exposition de l'environnement	Facteur d'Emission ou de Libération: Air	0 %
	Facteur d'Emission ou de Libération: Eau	0,15 %
	Facteur d'Emission ou de Libération: Sol	0 %
Conditions techniques et mesures au niveau du procédé pour prévenir les dégagements Conditions techniques et mesures sur-site pour réduire ou limiter les dégagements, les émissions dans l'air et les décharges dans le sol Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les dégagements à partir du site	Air	Compte tenu des conditions très contrôlées utilisées dans la fabrication de la substance pour empêcher la libération de gaz, on peut supposer que la libération de toute forme d'air est effectivement à zéro.
	Eau	Rejet des eaux usées dans la STEP municipale.
	Sol	Les contrôles du rejet dans le sol sont sans objet puisqu'il n'y a aucun rejet direct dans le sol.
Conditions et mesures liées à l'usine de traitement des eaux usées	Type de Station de Traitement des Eaux Usées	Station municipale de traitement des eaux usées
	Débit de l'effluent de la station de traitement des eaux usées	10.000 m3/d
	Traitement des Boues	Récupération des boues pour l'agriculture ou l'horticulture
Conditions et mesures en relation avec le traitement externe des déchets en vue de leur élimination	Traitement des déchets	Le traitement des eaux usées varie à différents sites. Au minimum les eaux usées doivent être traitées soit dans une station d'épuration locale ou soit dans une station d'épuration biologique secondaire municipale
	Méthodes d'élimination	Peut être évacué en décharge ou incinéré, si les réglementations locales le permettent.
	Le contrôle des émissions atmosphériques est sans objet puisqu'il n'y a aucune	

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

émission directe dans l'air.

2.2 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition des travailleurs pour: PROC1, PROC2, PROC3

Caractéristiques du produit	Concentration de la Substance dans le Mélange/l'Article	Couvre les pourcentages de substance dans le produit jusqu'à 100 %.
	Forme Physique (au moment de l'utilisation)	liquide
	Forme Physique (au moment de l'utilisation)	solide
Fréquence et durée d'utilisation	Fréquence d'utilisation	300 jours/ an
	Couvre des expositions quotidiennes allant jusqu'à 8 heures	
Facteurs humains qui ne sont pas influencés par la gestion du risque	Zone de la peau exposée	Paume d'une main (240cm ²) (PROC1, PROC3)
	Zone de la peau exposée	Palmes des deux mains (480 cm2) (PROC2)
	Volume respiratoire	10 m3/jour
	Poids du corps	70 kg
Autres conditions opérationnelles affectant l'exposition des travailleurs	Utilisation à l'intérieur	
	On admet que l'utilisation ne se fait pas à plus de 20°C au-dessus de la température ambiante .	
Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les dégagements, les dispersions, et les expositions	Fournir une formation basique des employés pour éviter et limiter les expositions(PROC1, PROC2, PROC3)	
Conditions et mesures en relation avec l'évaluation de la protection personnelle, de l'hygiène et de la santé	Utiliser une protection des yeux adaptée.	
	Porter un vêtement de protection approprié.(PROC1, PROC2, PROC3) porter des gants de protection chimique. (Efficacité: 90 %)(PROC1, PROC2, PROC3)	

2.3 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition des travailleurs pour: PROC8b

Caractéristiques du produit	Concentration de la Substance dans le Mélange/l'Article	Couvre les pourcentages de substance dans le produit jusqu'à 100 %.
	Forme Physique (au moment de l'utilisation)	solide
Fréquence et durée d'utilisation	Fréquence d'utilisation	300 jours/ an
	Couvre des expositions quotidiennes allant jusqu'à 8 heures	
Facteurs humains qui ne sont pas influencés par la gestion du risque	Zone de la peau exposée	Palmes des deux mains (480 cm2) (PROC8b)
	Volume respiratoire	10 m3/jour
	Poids du corps	70 kg
Autres conditions opérationnelles affectant l'exposition des travailleurs	Utilisation à l'intérieur	
	On admet que l'utilisation ne se fait pas à plus de 20°C au-dessus de la température ambiante .	
Conditions techniques et mesures de contrôle de la dispersion à partir de la source vers le travailleur	Fournir une ventilation avec aspiration localisée (LEV). (Efficacité: 90 %)	
Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les dégagements, les dispersions, et les expositions	Fournir une formation basique des employés pour éviter et limiter les expositions	
Conditions et mesures en relation avec l'évaluation de la protection personnelle, de l'hygiène et de la santé	Utiliser une protection des yeux adaptée.	
	Porter un vêtement de protection approprié. porter des gants de protection chimique. (Efficacité: 90 %)	

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2**3. Estimation de l'exposition et référence de sa source****Environnement**

ERC1: EUSES

Contribution au Scénario	Conditions spécifiques	Compartiment	Valeur	Niveau d'exposition	RCR
ERC1	---	Sédiment d'eau douce	PEC	45g/kg	0,9091
ERC1	---	Sol	PEC	53g/kg	0,9636

Travailleurs

PROC1, PROC2, PROC3, PROC8b: ECETOC TRA worker v3

Contribution au Scénario	Conditions spécifiques	Voies d'exposition	Niveau d'exposition	RCR
PROC1, PROC2, PROC3, PROC8b	---	Travailleur - par inhalation, long terme - systémiques	1,8mg/m ³	0,39
PROC1, PROC2, PROC3, PROC8b	---	Travailleur - de la peau, long terme - systémique	0,14mg/kg p.c./jour	0,11

4. Conseils à l'Utilisateur en Aval pour évaluer s'il travaille dans les limites définies par le Scénario d'Exposition

Les émissions environnementales ont été évaluées en utilisant EUSES 2.1 (<http://ihcp.jrc.ec.europa.eu>) dans laquelle les valeurs par défaut ont été utilisées, sauf si spécifié autrement.

Pour le scaling voir : <http://www.ecetoc.org/tra>

Lorsque d'autres mesures de gestion des risques/conditions opérationnelles sont adoptées, les utilisateurs devraient s'assurer que les risques sont maîtrisés au moins jusqu'à des niveaux équivalents.

Seules les personnes correctement formées doivent utiliser les méthodes de scaling pour vérifier si les Conditions Opératoires et les Mesures de Gestion des Risques sont dans les limites données par le Scénario d'Exposition

Conseil supplémentaire de bonne pratique en plus de l'Évaluation de la Sécurité Chimique selon REACH

S'assurer que les bonnes pratiques de travail sont mises en place
On admet qu'un bon niveau de base d'hygiène au travail est mis-en-oeuvre.

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2**1. Titre court du scénario d'exposition 2: Formulation & (re)conditionnement des substances et mélanges**

Groupes d'utilisateurs principaux	SU 3: Utilisations industrielles: Utilisations de substances en tant que telles ou en préparations sur sites industriels
Catégories de processus	<p>PROC1: Utilisation dans des processus fermés, exposition improbable</p> <p>PROC2: Utilisation dans des processus fermés continus avec exposition momentanée maîtrisée</p> <p>PROC3: Utilisation dans des processus fermés par lots (synthèse ou formulation)</p> <p>PROC4: Utilisation dans des processus par lots et d'autres processus (synthèse) pouvant présenter des possibilités d'exposition.</p> <p>PROC5: Mélange dans des processus par lots pour la formulation de préparations et d'articles (contacts multiples et/ ou importants)</p> <p>PROC8a: Transfert de substance ou de mélange (chargement/déchargement) dans des installations non dédiées</p> <p>PROC8b: Transfert de substance ou de préparation (chargement/ déchargement) à partir de récipients ou de grands conteneurs, ou vers ces derniers, dans des installations spécialisées</p> <p>PROC9: Transfert de substance ou préparation dans de petits conteneurs (chaîne de remplissage spécialisée, y compris pesage)</p> <p>PROC14: Production de préparations ou d'articles par pastillage, compression, extrusion, granulation</p> <p>PROC15: Utilisation en tant que réactif de laboratoire</p>
Catégories de rejet dans l'environnement	<p>ERC2: Formulation de préparations</p> <p>ERC5: Utilisation industrielle entraînant l'inclusion sur ou dans une matrice</p>

2.1 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition de l'environnement pour: ERC2, ERC5

Caractéristiques du produit	Concentration de la Substance dans le Mélange/l'Article	Couvre les pourcentages de substance dans le produit jusqu'à 100 %.
Quantité utilisée	Quantité annuelle par site	50 tonne(s)/an
	Quantité journalière par site	166,67 kg
Fréquence et durée d'utilisation	Exposition continue	300 jours/ an
Facteurs environnementaux qui ne sont pas influencés par la gestion du risque	Facteur de Dilution (Rivière)	10
Autres conditions opératoires données affectant l'exposition de l'environnement	Facteur d'Emission ou de Libération: Air	0 %
	Facteur d'Emission ou de Libération: Eau	2 %
	Facteur d'Emission ou de Libération: Sol	0 %
Conditions techniques et mesures au niveau du procédé pour prévenir les dégagements Conditions techniques et mesures sur-site pour réduire ou limiter les dégagements, les émissions dans l'air et les décharges dans le sol Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les dégagements à partir du site	Eau	Rejet des eaux usées dans la STEP municipale.
Conditions et mesures liées à l'usine de traitement des eaux usées	Type de Station de Traitement des Eaux Usées	Station municipale de traitement des eaux usées
	Débit de l'effluent de la	2.000 m3/d

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

	station de traitement des eaux usées	
	Traitement des Boues	Elimination ou valorisation, Récupération des boues pour l'agriculture ou l'horticulture
Conditions et mesures en relation avec le traitement externe des déchets en vue de leur élimination	Traitement des déchets	Le traitement des eaux usées varie à différents sites. Au minimum les eaux usées doivent être traitées soit dans une station d'épuration locale ou soit dans une station d'épuration biologique secondaire municipale
	Méthodes d'élimination	Peut être évacué en décharge ou incinéré, si les réglementations locales le permettent.

2.2 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition des travailleurs pour: PROC1, PROC2, PROC3

Caractéristiques du produit	Concentration de la Substance dans le Mélange/l'Article	Couvre les pourcentages de substance dans le produit jusqu'à 100 %.
	Forme Physique (au moment de l'utilisation)	liquide
	Forme Physique (au moment de l'utilisation)	solide
Fréquence et durée d'utilisation	Fréquence d'utilisation	300 jours/ an
	Couvre des expositions quotidiennes allant jusqu'à 8 heures	
Facteurs humains qui ne sont pas influencés par la gestion du risque	Zone de la peau exposée	Paume d'une main (240cm ²) (PROC1, PROC3)
	Zone de la peau exposée	Palmes des deux mains (480 cm ²) (PROC2)
	Volume respiratoire	10 m ³ /jour
	Poids du corps	70 kg
Autres conditions opérationnelles affectant l'exposition des travailleurs	Utilisation à l'intérieur	
	On admet que l'utilisation ne se fait pas à plus de 20°C au-dessus de la température ambiante .	
Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les dégagements, les dispersions, et les expositions	Fournir une formation basique des employés pour éviter et limiter les expositions	
Conditions et mesures en relation avec l'évaluation de la protection personnelle, de l'hygiène et de la santé	Utiliser une protection des yeux adaptée.	
	Porter un vêtement de protection approprié. porter des gants de protection chimique. (Efficacité: 90 %)	

2.3 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition des travailleurs pour: PROC4, PROC5, PROC9, PROC14, PROC15

Caractéristiques du produit	Concentration de la Substance dans le Mélange/l'Article	Couvre les pourcentages de substance dans le produit jusqu'à 100 %.
	Forme Physique (au moment de l'utilisation)	liquide
Quantité utilisée	Quantité par Jour	420 kg
Fréquence et durée d'utilisation	Fréquence d'utilisation	300 jours/ an
	Couvre des expositions quotidiennes allant jusqu'à 8 heures	
Facteurs humains qui ne sont pas influencés par la gestion du risque	Zone de la peau exposée	Palmes des deux mains (480 cm ²) (PROC4, PROC5, PROC9, PROC14)
	Zone de la peau exposée	Paume d'une main 240 cm ² (PROC15)
Autres conditions opérationnelles affectant l'exposition des travailleurs	Utilisation à l'intérieur	

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

	On admet que l'utilisation ne se fait pas à plus de 20°C au-dessus de la température ambiante .
Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les dégagements, les dispersions, et les expositions	Fournir une formation basique des employés pour éviter et limiter les expositions
Conditions et mesures en relation avec l'évaluation de la protection personnelle, de l'hygiène et de la santé	Utiliser une protection des yeux adaptée. Porter un vêtement de protection approprié.
	porter des gants de protection chimique. (Efficacité: 90 %)

2.4 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition des travailleurs pour: PROC8a, PROC8b

Caractéristiques du produit	Concentration de la Substance dans le Mélange/l'Article	Couvre les pourcentages de substance dans le produit jusqu'à 100 %.
	Forme Physique (au moment de l'utilisation)	solide
Quantité utilisée	Quantité par Jour	166,67 kg
Fréquence et durée d'utilisation	Fréquence d'utilisation	300 jours/ an
	Couvre des expositions quotidiennes allant jusqu'à 8 heures	
Facteurs humains qui ne sont pas influencés par la gestion du risque	Zone de la peau exposée	Palmes des deux mains (480 cm2) (PROC8b)
	Zone de la peau exposée	Deux mains 960 cm2 (PROC8a)
	Volume respiratoire	10 m3/jour
	Poids du corps	70 kg
Autres conditions opérationnelles affectant l'exposition des travailleurs	Utilisation à l'intérieur	
	On admet que l'utilisation ne se fait pas à plus de 20°C au-dessus de la température ambiante .	
Conditions techniques et mesures de contrôle de la dispersion à partir de la source vers le travailleur	Fournir une ventilation avec aspiration localisée (LEV). (Efficacité: 90 %)	
Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les dégagements, les dispersions, et les expositions	Fournir une formation basique des employés pour éviter et limiter les expositions	
Conditions et mesures en relation avec l'évaluation de la protection personnelle, de l'hygiène et de la santé	Utiliser une protection des yeux adaptée. Porter un vêtement de protection approprié.	
	porter des gants de protection chimique. (Efficacité: 90 %)	

3. Estimation de l'exposition et référence de sa source

Environnement

ERC2, ERC5: EUSES

Contribution au Scénario	Conditions spécifiques	Compartment	Valeur	Niveau d'exposition	RCR
ERC2, ERC5	---	Sol	PEC	50,1g/kg	0,9109
ERC2, ERC5	---	Sédiment d'eau douce	PEC	45g/kg	0,9091

Travailleurs

PROC1, PROC2, PROC3, PROC4, PROC5, PROC8a, PROC8b, PROC9, PROC14, PROC15: ECETOC TRA worker v3

Contribution au Scénario	Conditions spécifiques	Voies d'exposition	Niveau d'exposition	RCR

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

PROC1, PROC2, PROC3, PROC4, PROC5, PROC8a, PROC8b, PROC9, PROC14, PROC15	---	Travailleur - par inhalation, long terme - systémiques	1,8mg/m ³	0,39
PROC1, PROC2, PROC3, PROC4, PROC5, PROC8a, PROC8b, PROC9, PROC14, PROC15	---	Travailleur - de la peau, long terme - systémique	0,7mg/kg p.c./jour	0,54

4. Conseils à l'Utilisateur en Aval pour évaluer s'il travaille dans les limites définies par le Scénario d'Exposition

Les émissions environnementales ont été évaluées en utilisant EUSES 2.1 (<http://ihcp.jrc.ec.europa.eu>) dans laquelle les valeurs par défaut ont été utilisées, sauf si spécifié autrement.

Pour le scaling voir : <http://www.ecetoc.org/tra>

Lorsque d'autres mesures de gestion des risques/conditions opérationnelles sont adoptées, les utilisateurs devraient s'assurer que les risques sont maîtrisés au moins jusqu'à des niveaux équivalents.

Seules les personnes correctement formées doivent utiliser les méthodes de scaling pour vérifier si les Conditions Opératoires et les Mesures de Gestion des Risques sont dans les limites données par le Scénario d'Exposition

Conseil supplémentaire de bonne pratique en plus de l'Evaluation de la Sécurité Chimique selon REACH

S'assurer que les bonnes pratiques de travail sont mises en place

On admet qu'un bon niveau de base d'hygiène au travail est mis-en-oeuvre.

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2**1. Titre court du scénario d'exposition 3: Utilisation dans le processus du traitement des eaux**

Groupes d'utilisateurs principaux	SU 3: Utilisations industrielles: Utilisations de substances en tant que telles ou en préparations sur sites industriels
Catégories de processus	PROC2: Utilisation dans des processus fermés continus avec exposition momentanée maîtrisée PROC5: Mélange dans des processus par lots pour la formulation de préparations et d'articles (contacts multiples et/ ou importants) PROC8a: Transfert de substance ou de mélange (chargement/déchargement) dans des installations non dédiées PROC8b: Transfert de substance ou de préparation (chargement/ déchargement) à partir de récipients ou de grands conteneurs, ou vers ces derniers, dans des installations spécialisées
Catégories de rejet dans l'environnement	ERC4: Utilisation industrielle d'adjuvants de fabrication dans des processus et des produits, qui ne deviendront pas partie intégrante des articles

2.1 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition de l'environnement pour: ERC4

Caractéristiques du produit	Concentration de la Substance dans le Mélange/l'Article	Couvre les pourcentages de substance dans le produit jusqu'à 100 %.
Fréquence et durée d'utilisation	Exposition continue	300 jours/ an
Facteurs environnementaux qui ne sont pas influencés par la gestion du risque	Facteur de Dilution (Rivière)	10
Autres conditions opératoires données affectant l'exposition de l'environnement	Facteur d'Emission ou de Libération: Air	0 %
	Facteur d'Emission ou de Libération: Eau	1 %
Conditions techniques et mesures au niveau du procédé pour prévenir les dégagements Conditions techniques et mesures sur-site pour réduire ou limiter les dégagements, les émissions dans l'air et les décharges dans le sol Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les dégagements à partir du site	Eau	Rejet des eaux usées dans la STEP municipale.
Conditions et mesures liées à l'usine de traitement des eaux usées	Type de Station de Traitement des Eaux Usées	Station municipale de traitement des eaux usées
	Débit de l'effluent de la station de traitement des eaux usées	2.000 m3/d
	Traitement des Boues	Récupération des boues pour l'agriculture ou l'horticulture
Conditions et mesures en relation avec le traitement externe des déchets en vue de leur élimination	Traitement des déchets	Le traitement des eaux usées varie à différents sites. Au minimum les eaux usées doivent être traitées soit dans une station d'épuration locale ou soit dans une station d'épuration biologique secondaire municipale
	Méthodes d'élimination	Peut être évacué en décharge ou incinéré, si les réglementations locales le permettent.

2.2 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition des travailleurs pour: PROC2, PROC5, PROC8a, PROC8b

Caractéristiques du produit	Concentration de la	Couvre les pourcentages de substance dans le
-----------------------------	---------------------	--

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2**Environnement**

ERC4: EUSES

Contribution au Scénario	Conditions spécifiques	Compartiment	Valeur	Niveau d'exposition	RCR
ERC4	---	Sédiment d'eau douce	PEC	45g/kg	0,9091
ERC4	---	Sol	PEC	50g/kg	0,9091

Travailleurs

PROC2, PROC5, PROC8a, PROC8b: ECETOC TRA worker v3

PROC5, PROC8a, PROC8b, PROC9, PROC15: MEASE

Contribution au Scénario	Conditions spécifiques	Voies d'exposition	Niveau d'exposition	RCR
PROC2, PROC5, PROC8a, PROC8b	---	Travailleur - par inhalation, long terme - systémiques	2,01mg/m ³	0,43
PROC2, PROC5, PROC8a, PROC8b	---	Travailleur - de la peau, long terme - systémique	0,3mg/kg p.c./jour	0,23
PROC5, PROC8a, PROC8b, PROC9, PROC15	avec gants	Exposition cutanée des travailleurs.	< 0,69mg/kg	< 0,403

4. Conseils à l'Utilisateur en Aval pour évaluer s'il travaille dans les limites définies par le Scénario d'Exposition

Les émissions environnementales ont été évaluées en utilisant EUSES 2.1 (<http://hcp.jrc.ec.europa.eu>) dans laquelle les valeurs par défaut ont été utilisées, sauf si spécifié autrement.

Pour le scaling voir : <http://www.ecetoc.org/tra>

Lorsque d'autres mesures de gestion des risques/conditions opérationnelles sont adoptées, les utilisateurs devraient s'assurer que les risques sont maîtrisés au moins jusqu'à des niveaux équivalents.

Seules les personnes correctement formées doivent utiliser les méthodes de scaling pour vérifier si les Conditions Opératoires et les Mesures de Gestion des Risques sont dans les limites données par le Scénario d'Exposition

Conseil supplémentaire de bonne pratique en plus de l'Évaluation de la Sécurité Chimique selon REACH

S'assurer que les bonnes pratiques de travail sont mises en place

On admet qu'un bon niveau de base d'hygiène au travail est mis-en-oeuvre.

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2**1. Titre court du scénario d'exposition 4: Utilisation en tant qu'adjuvant de fabrication, catalyseur, agent déshydratant, régulateur de pH**

Groupes d'utilisateurs principaux	SU 3: Utilisations industrielles: Utilisations de substances en tant que telles ou en préparations sur sites industriels
Secteurs d'utilisation finale	SU8: Fabrication de substances chimiques en vrac, à grande échelle (y compris les produits pétroliers) SU14: Fabrication de métaux de base, y compris les alliages
Catégories de processus	PROC2: Utilisation dans des processus fermés continus avec exposition momentanée maîtrisée PROC3: Utilisation dans des processus fermés par lots (synthèse ou formulation) PROC4: Utilisation dans des processus par lots et d'autres processus (synthèse) pouvant présenter des possibilités d'exposition. PROC8b: Transfert de substance ou de préparation (chargement/ déchargement) à partir de récipients ou de grands conteneurs, ou vers ces derniers, dans des installations spécialisées PROC9: Transfert de substance ou préparation dans de petits conteneurs (chaîne de remplissage spécialisée, y compris pesage) PROC15: Utilisation en tant que réactif de laboratoire PROC22: Opérations de traitement potentiellement fermées (avec des minéraux/ métaux) à haute température; dans un cadre industriel PROC26: Manipulation de substances inorganiques solides à température ambiante
Catégories de rejet dans l'environnement	ERC4: Utilisation industrielle d'adjuvants de fabrication dans des processus et des produits, qui ne deviendront pas partie intégrante des articles ERC5: Utilisation industrielle entraînant l'inclusion sur ou dans une matrice ERC6a: Utilisation industrielle ayant pour résultat la fabrication d'une autre substance (utilisation d'intermédiaires) ERC6b: Utilisation industrielle d'adjuvants de fabrication réactifs

2.1 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition de l'environnement pour: ERC4, ERC5, ERC6a, ERC6b

Caractéristiques du produit	Concentration de la Substance dans le Mélange/l'Article	Couvre les pourcentages de substance dans le produit jusqu'à 100 %.
Quantité utilisée	Quantité annuelle par site	6000 tonne(s)/an
	Quantité journalière par site	20 tonnes
Fréquence et durée d'utilisation	Exposition continue	300 jours/ an
Autres conditions opératoires données affectant l'exposition de l'environnement	Facteur d'Emission ou de Libération: Air	0 %
	Facteur d'Emission ou de Libération: Eau	0,5 %
Conditions techniques et mesures au niveau du procédé pour prévenir les dégagements Conditions techniques et mesures sur-site pour réduire ou limiter les dégagements, les émissions dans l'air et les décharges dans le sol Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les dégagements à partir du site	Eau	Rejet des eaux usées dans la STEP municipale.
Conditions et mesures liées à l'usine de traitement des eaux usées	Type de Station de Traitement des Eaux Usées	Station municipale de traitement des eaux usées
	Débit de l'effluent de la	2.000 m3/d

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

	station de traitement des eaux usées	
	Traitement des Boues	Récupération des boues pour l'agriculture ou l'horticulture
Conditions et mesures en relation avec le traitement externe des déchets en vue de leur élimination	Traitement des déchets	Le traitement des eaux usées varie à différents sites. Au minimum les eaux usées doivent être traitées soit dans une station d'épuration locale ou soit dans une station d'épuration biologique secondaire municipale
	Méthodes d'élimination	Peut être évacué en décharge ou incinéré, si les réglementations locales le permettent.

2.2 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition des travailleurs pour: PROC2, PROC3

Caractéristiques du produit	Concentration de la Substance dans le Mélange/l'Article	Couvre les pourcentages de substance dans le produit jusqu'à 100 %.
	Forme Physique (au moment de l'utilisation)	liquide
	Forme Physique (au moment de l'utilisation)	solide
Fréquence et durée d'utilisation	Fréquence d'utilisation	300 jours/ an
	Couvre des expositions quotidiennes allant jusqu'à 8 heures	
Facteurs humains qui ne sont pas influencés par la gestion du risque	Zone de la peau exposée	Palmes des deux mains (480 cm ²) (PROC2)
	Zone de la peau exposée	Paume d'une main (240cm ²) (PROC3)
	Volume respiratoire	10 m ³ /jour
	Poids du corps	70 kg
Autres conditions opérationnelles affectant l'exposition des travailleurs	Utilisation à l'intérieur	
	On admet que l'utilisation ne se fait pas à plus de 20°C au-dessus de la température ambiante .	
Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les dégagements, les dispersions, et les expositions	Fournir une formation basique des employés pour éviter et limiter les expositions	
Conditions et mesures en relation avec l'évaluation de la protection personnelle, de l'hygiène et de la santé	porter des gants de protection chimique. (Efficacité: 90 %)	
	Porter un vêtement de protection approprié.	
	Utiliser une protection des yeux adaptée.	

2.3 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition des travailleurs pour: PROC4, PROC9, PROC15, PROC22, PROC26

Caractéristiques du produit	Concentration de la Substance dans le Mélange/l'Article	Couvre les pourcentages de substance dans le produit jusqu'à 100 %.
	Forme Physique (au moment de l'utilisation)	liquide
Fréquence et durée d'utilisation	Fréquence d'utilisation	300 jours/ an
	Couvre des expositions quotidiennes allant jusqu'à 8 heures	
Facteurs humains qui ne sont pas influencés par la gestion du risque	Zone de la peau exposée	Palmes des deux mains (480 cm ²) (PROC4, PROC9)
	Zone de la peau exposée	Paume d'une main (240cm ²) (PROC15)
	Zone de la peau exposée	Plus que les mains et les avant-bras 1980 cm ² (PROC22, PROC26)
	Volume respiratoire	10 m ³ /jour
	Poids du corps	70 kg

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

Autres conditions opérationnelles affectant l'exposition des travailleurs	Utilisation à l'intérieur
	On admet que l'utilisation ne se fait pas à plus de 20°C au-dessus de la température ambiante .
Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les dégagements, les dispersions, et les expositions	Fournir une formation basique des employés pour éviter et limiter les expositions
Conditions et mesures en relation avec l'évaluation de la protection personnelle, de l'hygiène et de la santé	Utiliser une protection des yeux adaptée.
	Porter un vêtement de protection approprié.
	porter des gants de protection chimique. (Efficacité: 90 %)

2.4 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition des travailleurs pour: PROC8b

Caractéristiques du produit	Concentration de la Substance dans le Mélange/l'Article	Couvre les pourcentages de substance dans le produit jusqu'à 100 %.
	Forme Physique (au moment de l'utilisation)	solide
Fréquence et durée d'utilisation	Fréquence d'utilisation	300 jours/ an
	Couvre des expositions quotidiennes allant jusqu'à 8 heures	
Facteurs humains qui ne sont pas influencés par la gestion du risque	Zone de la peau exposée	Palmes des deux mains (480 cm ²) (PROC8b)
	Volume respiratoire	10 m ³ /jour
	Poids du corps	70 kg
Autres conditions opérationnelles affectant l'exposition des travailleurs	Utilisation à l'intérieur	
	On admet que l'utilisation ne se fait pas à plus de 20°C au-dessus de la température ambiante .	
Conditions techniques et mesures de contrôle de la dispersion à partir de la source vers le travailleur	Fournir une ventilation avec aspiration localisée (LEV). (Efficacité: 90 %)	
Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les dégagements, les dispersions, et les expositions	Fournir une formation basique des employés pour éviter et limiter les expositions	
Conditions et mesures en relation avec l'évaluation de la protection personnelle, de l'hygiène et de la santé	Utiliser une protection des yeux adaptée.	
	Porter un vêtement de protection approprié.	
	porter des gants de protection chimique. (Efficacité: 90 %)	

3. Estimation de l'exposition et référence de sa source**Environnement**

ERC4, ERC5, ERC6a, ERC6b: EUSES

Contribution au Scénario	Conditions spécifiques	Compartiment	Valeur	Niveau d'exposition	RCR
ERC4, ERC5, ERC6a, ERC6b	---	Sol	PEC	50,8g/kg	0,9236
ERC4, ERC5, ERC6a, ERC6b	---	Sédiment d'eau douce	PEC	45g/kg	0,9091

TravailleursPROC2, PROC3, PROC4, PROC8b, PROC9, PROC15, PROC22, PROC26: ECETO[®] TRA worker v3

Contribution au Scénario	Conditions spécifiques	Voies d'exposition	Niveau d'exposition	RCR
PROC2, PROC3, PROC4,	---	Travailleur - par inhalation, long terme -	1,8mg/m ³	0,39

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

PROC8b, PROC9, PROC15, PROC22, PROC26		systemiques		
PROC2, PROC3, PROC4, PROC8b, PROC9, PROC15, PROC22, PROC26	---	Travailleur - de la peau, long terme - systémique	0,7mg/kg p.c./jour	0,54

4. Conseils à l'Utilisateur en Aval pour évaluer s'il travaille dans les limites définies par le Scénario d'Exposition

Les émissions environnementales ont été évaluées en utilisant EUSES 2.1 (<http://ihcp.jrc.ec.europa.eu>) dans laquelle les valeurs par défaut ont été utilisées, sauf si spécifié autrement.

Pour le scaling voir : <http://www.ecetoc.org/tra>

Lorsque d'autres mesures de gestion des risques/conditions opérationnelles sont adoptées, les utilisateurs devraient s'assurer que les risques sont maîtrisés au moins jusqu'à des niveaux équivalents.

Seules les personnes correctement formées doivent utiliser les méthodes de scaling pour vérifier si les Conditions Opératoires et les Mesures de Gestion des Risques sont dans les limites données par le Scénario d'Exposition

Conseil supplémentaire de bonne pratique en plus de l'Evaluation de la Sécurité Chimique selon REACH

S'assurer que les bonnes pratiques de travail sont mises en place

On admet qu'un bon niveau de base d'hygiène au travail est mis-en-oeuvre.

CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2**1. Titre court du scénario d'exposition 5: Utilisation dans le traitement du gaz**

Groupes d'utilisateurs principaux	SU 3: Utilisations industrielles: Utilisations de substances en tant que telles ou en préparations sur sites industriels
Catégories de processus	PROC2: Utilisation dans des processus fermés continus avec exposition momentanée maîtrisée PROC8a: Transfert de substance ou de mélange (chargement/déchargement) dans des installations non dédiées PROC8b: Transfert de substance ou de préparation (chargement/ déchargement) à partir de récipients ou de grands conteneurs, ou vers ces derniers, dans des installations spécialisées
Catégories de rejet dans l'environnement	ERC2: Formulation de préparations

2.1 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition de l'environnement pour: ERC2

Caractéristiques du produit	Concentration de la Substance dans le Mélange/l'Article	Couvre les pourcentages de substance dans le produit jusqu'à 100 %.
Quantité utilisée	Quantité annuelle par site	2,409 tonne(s)/an
	Quantité journalière par site	6,6 kg
Fréquence et durée d'utilisation	Exposition continue	365 jours/ an
Facteurs environnementaux qui ne sont pas influencés par la gestion du risque	Facteur de Dilution (Rivière)	10
Autres conditions opératoires données affectant l'exposition de l'environnement	Facteur d'Emission ou de Libération: Air	0 %
	Facteur d'Emission ou de Libération: Eau	1
Conditions techniques et mesures au niveau du procédé pour prévenir les dégagements Conditions techniques et mesures sur-site pour réduire ou limiter les dégagements, les émissions dans l'air et les décharges dans le sol Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les dégagements à partir du site	Air	Les émissions dans l'air ne devraient pas se produire car le procédé est clos sauf pendant les transferts de et vers le digesteur
	Eau	Rejet des eaux usées dans la STEP municipale.
Conditions et mesures liées à l'usine de traitement des eaux usées	Type de Station de Traitement des Eaux Usées	Station municipale de traitement des eaux usées
	Débit de l'effluent de la station de traitement des eaux usées	2.000 m3/d
	Traitement des Boues	Récupération des boues pour l'agriculture ou l'horticulture
Conditions et mesures en relation avec le traitement externe des déchets en vue de leur élimination	Traitement des déchets	Le traitement des eaux usées varie à différents sites. Au minimum les eaux usées doivent être traitées soit dans une station d'épuration locale ou soit dans une station d'épuration biologique secondaire municipale
	Méthodes d'élimination	Peut être évacué en décharge ou incinéré, si les réglementations locales le permettent.

2.2 Scénario de contribution au contrôle de l'exposition des travailleurs pour: PROC2, PROC8a, PROC8b

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

Caractéristiques du produit	Concentration de la Substance dans le Mélange/l'Article	Couvre les pourcentages de substance dans le produit jusqu'à 100 %.
	Forme Physique (au moment de l'utilisation)	liquide
	Forme Physique (au moment de l'utilisation)	solide
Fréquence et durée d'utilisation	Fréquence d'utilisation	365 jours/ an
	Couvre des expositions quotidiennes allant jusqu'à 8 heures	
Facteurs humains qui ne sont pas influencés par la gestion du risque	Zone de la peau exposée	Palmes des deux mains (480 cm ²) (PROC2, PROC8b)
	Zone de la peau exposée	Deux mains 960 cm ² (PROC8a)
	Volume respiratoire	10 m ³ /jour
	Poids du corps	70 kg
Autres conditions opérationnelles affectant l'exposition des travailleurs	Utilisation à l'intérieur	
	On admet que l'utilisation ne se fait pas à plus de 20°C au-dessus de la température ambiante .	
Conditions techniques et mesures de contrôle de la dispersion à partir de la source vers le travailleur	S'assurer qu'une ventilation mécanique est en place(Excepté PROC2)	
Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les dégagements, les dispersions, et les expositions	Fournir une formation basique des employés pour éviter et limiter les expositions	
Conditions et mesures en relation avec l'évaluation de la protection personnelle, de l'hygiène et de la santé	Utiliser une protection des yeux adaptée.	
	Porter un vêtement de protection approprié.	
	porter des gants de protection chimique. (Efficacité: 90 %)	
	Porter un appareil respiratoire conforme à EN140 avec filtre de Type A/P2 ou mieux. (Efficacité: 90 %)(Excepté PROC2)	

3. Estimation de l'exposition et référence de sa source**Environnement**

ERC2: EUSES

Contribution au Scénario	Conditions spécifiques	Compartment	Valeur	Niveau d'exposition	RCR
ERC2	---	Sédiment d'eau douce	PEC	45g/kg	0,9091
ERC2	---	Sol	PEC	50,1g/kg	0,9109

Travailleurs

PROC2, PROC8a, PROC8b: ECETOC TRA worker v3

Contribution au Scénario	Conditions spécifiques	Voies d'exposition	Niveau d'exposition	RCR
PROC2, PROC8a, PROC8b	---	Travailleur - par inhalation, long terme - systémiques	2,01mg/m ³	0,43
PROC2, PROC8a, PROC8b	---	Travailleur - de la peau, long terme - systémique	0,3mg/kg p.c./jour	0,23

4. Conseils à l'utilisateur en Aval pour évaluer s'il travaille dans les limites définies par le Scénario d'Exposition

"CHLORURE FERRIQUE 40% EN 888 Type 2

Les émissions environnementales ont été évaluées en utilisant EUSES 2.1 (<http://ihcp.jrc.ec.europa.eu>) dans laquelle les valeurs par défaut ont été utilisées, sauf si spécifié autrement.

Pour le scaling voir : <http://www.ecetoc.org/tra>

Lorsque d'autres mesures de gestion des risques/conditions opérationnelles sont adoptées, les utilisateurs devraient s'assurer que les risques sont maîtrisés au moins jusqu'à des niveaux équivalents.

Seules les personnes correctement formées doivent utiliser les méthodes de scaling pour vérifier si les Conditions Opératoires et les Mesures de Gestion des Risques sont dans les limites données par le Scénario d'Exposition

Conseil supplémentaire de bonne pratique en plus de l'Evaluation de la Sécurité Chimique selon REACH

S'assurer que les bonnes pratiques de travail sont mises en place

On admet qu'un bon niveau de base d'hygiène au travail est mis-en-oeuvre.