Rapport d'avis technique

Biogaz MEAUX
Etienne PROFFIT

2,route de la Conge
77450 Trillbardou
Tél. 06 32 10 61 24
Email : etienne.proffit@gmail.com

PROTECTION CONTRE LA FOUDRE : ANALYSE DU RISQUE FOUDRE (ARF)

Nature de la mission : Analyse du besoin de protection contre la foudre selon les exigences de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

<INTERVENTION>
<BIOGAZ MEAUX

<Hameau de Rutel>
<Chemin rural de Lagny à Meaux>
<77124> <Chaucoin - Neufmontiers>

Mission réalisée le 16/05/2018

Précision sur la mission :
ARF réalisée selon les exigences liées à la certification F2C

N° D'AFFAIRE : 1805962SA000011
DESIGNATION : BIOGAZ MEAUX
N° INTERVENTION : 962SA180500000000430
DATE DU RAPPORT : 16/05/2018 **REFERENCE DU RAPPORT : 962SA/18/1955**

REFERENCE SITE : BIOGAZ MEAUX

Modèle de rapport - Version 5 de janvier 2018

AGENCE Equipements de TOURS
2, allée du petit Cher
BP 40155 – 37551 SAINT AVERTIN Cedex
Tél. : 02 47 70 40 30 - Fax : 02 47 70 40 01
Email : nicolas.houdayer@socotec.com

SOCOTEC France - S.A. au capital de 17 648 740 euros - 542 016 654 RCS Versailles - APE 7120B
N° TVA intracommunautaire : FR77 542 016 654 - Siège social : Les Quadrants - 3 avenue du Centre CS 20732 - Guyancourt 78182 St-Quentin-en-Yvelines Cedex - FRANCE - www.socotec.fr

Intervenant : N. HOUDAYER
Nombre de page : 29

Rév.	Date	Nb pages	Nature de la modification
A	16/05/18	29	Version initiale du document
B			
C			

	Rédaction		
Nom	Nicolas HOUDAYER		
Qualité	Spécialiste région Centre		
Date	28/05/2018		
Visa			

AVANT PROPOS

Notre mission d'analyse du risque foudre concerne exclusivement les installations soumises à autorisation au titre de la législation des installations classées sur lesquelles une agression de la foudre est susceptible de porter gravement atteinte à l'environnement et à la sécurité des personnes, conformément à la section III, de l'arrêté du 4 octobre 2010 [1].

Les éléments retenus (structures et lignes) dans la présente ARF sont ceux en lien avec un danger identifié pour lequel la foudre est un événement initiateur ou aggravant. En conséquence, les autres éléments ne sont pas pris en compte dans l'évaluation normative [3].

Il appartient au destinataire de cette analyse de risque, de vérifier que l'ensemble des hypothèses prises en compte pour la réalisation des calculs de niveau de protection est juste et que la liste des dangers retenus est exhaustive.

Limites de la prestation :

L'Analyse du Risque Foudre (ARF) est la première étape qui conduit à une protection contre les effets de la foudre d'une structure. Elle est suivie par une étude technique qui définit précisément les caractéristiques des protections foudres et leur modalité d'installation, et la notice de vérification et maintenance.
L'étude technique et la rédaction de la notice de vérification et maintenance ne font pas l'objet du présent rapport.

La vérification de la conformité des protections existantes sur le site n'est pas réalisée lors de la mission d'ARF.

SOMMAIRE

OBJET DU RAPPORT 4
DOCUMENTS UTILISES pour l'analyse 4
METHODE D'ANALYSE 4
PRESENTATION DU SITE 5
1. Activité de l'établissement 5
2. Spécificité locale 5
3. Incidents liés à la foudre 5
METHANISATION 6
1. Descriptif de la structure 6
2. Principaux paramètres d'évaluation 6
3. Descriptif de la protection en place 7
4. Zones électromagnétiques dans la structure 7
5. Résultat de l'analyse du risque foudre pour ce bâtiment 7
PLATEFORME DE FILTRATION / EPURATION DU GAZ 8
1. Descriptif de la structure 8
2. Principaux paramètres d'évaluation 8
3. Descriptif de la protection en place 9
4. Zones électromagnétiques dans la structure 9
5. Résultat de l'analyse du risque foudre pour ce bâtiment 9
MELANGEUR BROYEUR "ALIGATOR" 10
1. Descriptif de la structure 10
2. Principaux paramètres d'évaluation 10
3. Descriptif de la protection en place 11
4. Zones électromagnétiques dans la structure 11
5. Résultat de l'analyse du risque foudre pour ce bâtiment 11
SYNTHESE DES RESULTATS 12

OBJET DU RAPPORT

La mission confiée à SOCOTEC a pour objet la réalisation une analyse du risque foudre (ARF) visée à l'article 18 de l'arrêté du 4 octobre 2010 [1] et, à ce titre, l'ARF prend en compte le risque de perte de vie humaine et les défaillances des réseaux électriques et électroniques.

Ce rapport d'ARF identifie les équipements et installations pour lesquels une protection doit être assurée. L'évaluation des risques conduit à définir les niveaux de protection nécessaires aux installations.

DOCUMENTS UTILISES POUR L'ANALYSE

Désignation	Date	Référence
Document INERIS des règles de sécurité des installations de méthanisation agricole	/	/
Plan de masse EIFFAGE (récolement)	12/10/2016	1539 indice 0
Plan des zones ATEX (Version 1)	17/02/2016	HB-0003-25
Plan des zones ATEX méthanisation (Version 1)	01/06/2016	HB-0003

TABLEAU 1

METHODE D'ANALYSE

L'ARF est réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2 [3].

Un logiciel est utilisé pour les calculs (notes de calcul en annexe) et la représentation des résultats.

Les calculs sont réalisés pour les structures dans lesquelles un danger lié à la foudre est identifié.

En complément, une protection des équipements électriques identifiés comme Moyen de Maîtrise des Risques (MMR) est préconisée.

Dans le cadre de sa mission d'ARF, SOCOTEC réalise les tâches suivantes :

- ✓ Prise en compte des évènements redoutés dus aux effets de la foudre identifiés par l'exploitant (à partir de l'étude de dangers, si elle nous est fournie, ou lors d'un échange avec l'exploitant) pour estimer les pertes consécutives à une agression de la foudre,
- ✓ Evaluation du risque R1 (pertes de vies humaines) conformément à la norme [3].
- ✓ Prise en compte des mesures de protection et prévention existantes [note 1] dans la démarche de réduction du risque R1 lorsque ce dernier est supérieur au risque tolérable.
- ✓ Détermination du niveau de protection nécessaire pour les structures, les lignes et les équipements.
- ✓ Rédaction du rapport d'ARF.

Note [1] La prise en compte des protections existantes est faite en supposant que ces dernières sont conformes aux normes en vigueur. La vérification de conformité n'est pas réalisée lors de notre mission d'ARF.

PRESENTATION DU SITE

1. ACTIVITE DE L'ETABLISSEMENT

L'activité principale consiste à produire du Biogaz (méthane) à partir d'un mélange d'ensilage, de différents résidus de matière organique (céréale, légume, betteraves, etc.). La principale transformation se situe dans 3 digesteurs où la matière première (au préalable broyée) est chauffée, mélangée puis digérée par des bactéries.

L'établissement est une ICPE, les rubriques des installations classées, sont 2781-1 (soumis à enregistrement = traitement de 30 à 60t/j de matière considérée non dangereuse)

2. SPECIFICITE LOCALE

- *Zone d'implantation*

Le plan en annexe 2 permet de localiser les structures du site.

- *Densité de foudroiement*

Pour estimer l'occurrence des agressions de la foudre dans l'établissement, la densité de foudroiement retenue dans l'ARF est celle fournie sur le site Météorage (voir annexe 3).
La densité de foudroiement retenue pour l'ARF : **0,92**

- *Nature du terrain*

La résistivité du sol prise en compte dans l'ARF est de 500 Ohms.mètres (valeur par défaut proposée dans la norme [3] utilisée lorsque l'exploitant du site n'a pas fourni de mesures spécifiques).

3. INCIDENTS LIES A LA FOUDRE

Il n'a pas été signalé d'incident lié à la foudre.

Identification du dommage ou accident lié à la foudre (1)	Par effet direct (2)	Par effet indirect (2)	Commentaire (3)
Incendie au droit du processus de méthanisation	**Oui**	**Oui**	
Incendie au droit de la plateforme de filtration	**Oui**	**Oui**	
Incendie au droit du mélangeur broyeur ALIGATOR	**Oui**	**Oui**	
Incendie au droit des cases de stockage de matière première	**Non**	**Non**	Méthode déterministe*
Incendie au droit de la torchère	**Non**	**Non**	Méthode déterministe*
Incendie au droit des cases du local forage	**Non**	**Non**	Méthode déterministe*
Incendie au droit du séparateur	**Non**	**Non**	Méthode déterministe*

TABLEAU 2

(1) Indication en lien avec les scénarios d'accidents définis par l'exploitant (référence de la source des données en page 4)
(2) Le statut est « Oui » ou « Non ».
(3) Le commentaire justifie qu'un risque est maîtrisé lorsque les effets consécutifs dus au courant de foudre ne peuvent pas provoquer un accident (lorsqu'un statut « Non » est indiqué sur la ligne correspondante).

*NOTA : nous justifions l'utilisation de la méthode déterministe au droit des structures tels que les cases de stockage, la torchère, le local forage et le séparateur étant donné que la foudre n'est un pas un facteur déclenchant ou aggravant vis-à-vis du risque déjà présent.

METHANISATION

1. DESCRIPTIF DE LA STRUCTURE

Les structures sont constituées de réservoirs en béton armés recouvert d'une ossature bois et d'un système de bâche étanche dite à coussin d'air.

Les dimensions de la structure, l'environnement au voisinage de la structure, les caractéristiques des lignes extérieures et l'immunité des équipements sont indiqués en annexe dans le listing de calcul pour cette structure.

2. PRINCIPAUX PARAMETRES D'EVALUATION

Ce paragraphe présente les paramètres de l'évaluation du risque repris dans les calculs en annexe.

Caractéristique	Valeur retenue	Commentaire
Occupation du bâtiment	$Lf = 2x10^{-2}$	Processus industriel
Risque d'incendie/explosion	$Rf = 1x10^{-1}$	Energie estimée > à 800MJ/m² : risque élevé
Protection anti- incendie	Rp = 0,5	Moyens de protection manuels
Danger particulier	Hz = 1	Pas de risque particulier.

TABLEAU 3

NB : les valeurs retenues sont définies dans la norme [3].

Service relié à la structure pouvant véhiculer un courant de foudre	Longueur estimée (m)	Commentaire
Canalisation d'eau	100	Matériaux isolants
Liaisons vers pont bascule, séparateur, etc.)	≤ à 100m	Enterrées sous fourreaux
Arrivée 230/400 V (depuis le poste HT/BT)	100	Enterrées sous fourreaux
Arrivée ligne téléphonique	650	Liaison avec le hameau

TABLEAU 4

Equipements et installations importants pour sécurité	Localisation	Commentaire
Soupape de sécurité (surveillance des dépressions et surpressions)	Digesteurs	Système à colonne d'eau
Système de sécurité incendie	Caisson épurateur	Télésurveillance de l'équipement.

TABLEAU 5

* La partie maçonnée du réservoir constitue un ensemble équipotentiel (maillage du radier et reprises des terres régulièrement sur le pourtour du réservoir. La membrane extérieure est réalisée en matériaux isolant (composant plastiques) et un coussin d'air (maintenu sous pression) assure une séparation avec la membrane souple du réservoir de gaz.

3. DESCRIPTIF DE LA PROTECTION EN PLACE

La protection contre la foudre en place sur cette structure comprend :

✓ Des parafoudres au droit de la distribution BT.

NB : Lors de cet inventaire, la conformité des installations n'a pas été vérifiée.

4. ZONES ELECTROMAGNETIQUES DANS LA STRUCTURE

La norme [3] offre la possibilité de compartimenter un bâtiment lorsque les environnements électromagnétiques diffèrent ou lorsque les dangers sont différents. Ceci permet un calcul plus fin du risque (moins majorant éventuellement). Lorsque le compartimentage en zone est pertinent, le listing en annexe identifie les zones 1, zone 2, zone 3…. (NB : Ceci est indépendant d'un éventuel zonage ATEX).

Pour le bâtiment objet de ce chapitre, le nombre de zone retenu dans le calcul est de : 2

Zone 1 = digesteur

Zone 2 = pourtour extérieur de l'installation

5. RESULTAT DE L'ANALYSE DU RISQUE FOUDRE POUR CE BATIMENT

Les résultats de l'analyse du risque foudre selon la norme NF EN 62305-2 [3] pour ce bâtiment vis-à-vis du risque R1 (pertes de vies humaines) sont les suivants :

Bâtiment	Protection pour les structures	Protection pour les lignes
Digesteurs	**Nécessaire :** **niveau IV**	**Nécessaire :** **adaptées au niveau IV**

TABLEAU 6

Il conviendra cependant de mettre en place des parafoudres coordonnés pour protéger les équipements et installations importants pour la sécurité qui sont :

- Système de sécurité incendie

Des liaisons équipotentielles seront à réaliser sur l'ensemble des canalisations métalliques connectées à cette structure.

PLATEFORME DE FILTRATION / EPURATION DU GAZ

1. DESCRIPTIF DE LA STRUCTURE

La structure est constituée d'une plateforme technique béton où sont disposés un process de filtration du biogaz, un système de compression, un local technique électrique. L'ensemble est métallique et équipotentiel (remontées régulières et mises à la terre).

Les dimensions de la structure, l'environnement au voisinage de la structure, les caractéristiques des lignes extérieures et l'immunité des équipements sont indiqués en annexe dans le listing de calcul pour cette structure.

2. PRINCIPAUX PARAMETRES D'EVALUATION

Ce paragraphe présente les paramètres de l'évaluation du risque repris dans les calculs en annexe.

Caractéristique	Valeur retenue	Commentaire
Occupation du bâtiment	$Lf = 2x10^{-2}$	Processus industriel
Risque d'incendie/explosion	$Rf = 1x10^{-2}$	Risque ordinaire : niveau d'énergie E < à 800MJ/m² mais > à 400MJ/m²
Protection anti- incendie	Rp = 0,5	Moyens manuels
Danger particulier	Hz = 2	Risque de panique faible (confinement accès en hauteur)

TABLEAU 7

NB : les valeurs retenues sont définies dans la norme [3].

Service relié à la structure pouvant véhiculer un courant de foudre	Longueur estimée (m)	Commentaire
Arrivée 230/400 V (depuis le poste HT/BT)	25	Enterrées sous fourreaux
Ligne courant faible vers le poste d'injection	100	Liaison blindée

TABLEAU 8

Equipements et installations importants pour sécurité	Localisation	Commentaire
Centrale de détection de gaz (CH4)	Caisson épurateur	Télésurveillance de l'équipement.
Système de sécurité incendie	Caisson épurateur	Télésurveillance de l'équipement.

TABLEAU 9

3. DESCRIPTIF DE LA PROTECTION EN PLACE

La protection contre la foudre en place sur cette structure comprend :

✓ Des parafoudres

NB : Lors de cet inventaire, la conformité des installations n'a pas été vérifiée.

4. ZONES ELECTROMAGNETIQUES DANS LA STRUCTURE

La norme [3] offre la possibilité de compartimenter un bâtiment lorsque les environnements électromagnétiques diffèrent ou lorsque les dangers sont différents. Ceci permet un calcul plus fin du risque (moins majorant éventuellement). Lorsque le compartimentage en zone est pertinent, le listing en annexe identifie les zones 1, zone 2, zone 3…. (NB : Ceci est indépendant d'un éventuel zonage ATEX).

Pour le bâtiment objet de ce chapitre, le nombre de zone retenu dans le calcul est de : 2

Zone 1 = locaux techniques

Zone 2 = pourtour de la structure

5. RESULTAT DE L'ANALYSE DU RISQUE FOUDRE POUR CE BATIMENT

Les résultats de l'analyse du risque foudre selon la norme NF EN 62305-2 [3] pour ce bâtiment vis-à-vis du risque R1 (pertes de vies humaines) sont les suivants :

Bâtiment	Protection pour les structures	Protection pour les lignes
Plateforme de filtration	**Non nécessaire**	**Non nécessaire**

TABLEAU 10

Il conviendra également de mettre en place des parafoudres coordonnés pour protéger les équipements et installations importants pour la sécurité qui sont :

- Système de détection de gaz (CH4)
- Système de détection incendie.

Des liaisons équipotentielles seront à réaliser sur les canalisations conductrices raccordées à la structure.

MELANGEUR BROYEUR "ALIGATOR"

1. DESCRIPTIF DE LA STRUCTURE

La structure est constituée d'un container où est déposée la matière première (organique), là, la transformation consiste à broyer et mélanger la matière puis à l'acheminer vers les digesteurs. L'ensemble est métallique et équipotentiel.

Les dimensions de la structure, l'environnement au voisinage de la structure, les caractéristiques des lignes extérieures et l'immunité des équipements sont indiqués en annexe dans le listing de calcul pour cette structure.

2. PRINCIPAUX PARAMETRES D'EVALUATION

Ce paragraphe présente les paramètres de l'évaluation du risque repris dans les calculs en annexe.

Caractéristique	Valeur retenue	Commentaire
Occupation du bâtiment	$Lf = 2x10^{-2}$	Processus industriel
Risque d'incendie/explosion	$Rf = 1x10^{-3}$	Energie estimée < à 400MJ/m² : risque faible
Protection anti- incendie	Rp = 0,5	Moyens manuels
Danger particulier	Hz = 2	Risque de panique faible

TABLEAU 11

NB : les valeurs retenues sont définies dans la norme [3].

Service relié à la structure pouvant véhiculer un courant de foudre	Longueur estimée (m)	Commentaire
Arrivée 230/400 V (depuis le poste TGBT méthanisation)	30	Enterrées sous fourreaux
Ligne courant faible vers le poste de commande	30	Liaison blindée

TABLEAU 12

Equipements et installations importants pour sécurité	Localisation	Commentaire
Néant	/	/

TABLEAU 13

3. DESCRIPTIF DE LA PROTECTION EN PLACE

La protection contre la foudre en place sur cette structure comprend :

✓ Des parafoudres (en tête de ligne : TGBT)

NB : Lors de cet inventaire, la conformité des installations n'a pas été vérifiée.

4. ZONES ELECTROMAGNETIQUES DANS LA STRUCTURE

La norme [3] offre la possibilité de compartimenter un bâtiment lorsque les environnements électromagnétiques diffèrent ou lorsque les dangers sont différents. Ceci permet un calcul plus fin du risque (moins majorant éventuellement). Lorsque le compartimentage en zone est pertinent, le listing en annexe identifie les zones 1, zone 2, zone 3…. (NB : Ceci est indépendant d'un éventuel zonage ATEX).

Pour le bâtiment objet de ce chapitre, le nombre de zone retenu dans le calcul est de : 2

Zone 1 = équipement ALIGATOR

Zone 2 = pourtour de la structure

5. RESULTAT DE L'ANALYSE DU RISQUE FOUDRE POUR CE BATIMENT

Les résultats de l'analyse du risque foudre selon la norme NF EN 62305-2 [3] pour ce bâtiment vis-à-vis du risque R1 (pertes de vies humaines) sont les suivants :

Bâtiment	Protection pour les structures	Protection pour les lignes
Mélangeur Broyeur ALIGATOR	**Non nécessaire**	**Non nécessaire**

TABLEAU 14

Il conviendra également de mettre en place des parafoudres coordonnés pour protéger les équipements et installations importants pour la sécurité qui sont :

- Néant, les équipements de surveillances (limiteurs de couple, capteur de bourrage, détection de produit) sont liés au PROCESS et un défaut de fonctionnement n'entraine pas de modification du niveau de sécurité du site.

Des liaisons équipotentielles seront à réaliser sur les canalisations conductrices raccordées à la structure.

SYNTHESE DES RESULTATS

L'analyse du risque foudre selon la norme NF EN 62305-2 [3] montre la nécessité ou non de protéger les structures du site pour réduire le risque R1 (pertes de vies humaines) à une valeur inférieure au risque tolérable $R_T = 10^{-5}$.

Bâtiment	Protection pour les structures	Protection pour les lignes
Méthanisation : digesteur	**Nécessaire : niveau IV**	**Nécessaire : adaptée au niveau IV**
Epuration, filtration	**Non nécessaire**	**Non nécessaire**
Aligator (mélange, broyage)	**Non nécessaire**	**Non nécessaire**

Tableau 15 : Synthèse du besoin de protection des bâtiments

Les équipements électriques identifiés comme Moyen de Maîtrise des Risques (MMR) doivent rester opérationnels lors d'un foudroiement. Pour cela nous préconisons systématiquement une protection de la ligne d'alimentation de ces dispositifs lorsqu'ils sont déclarés par l'exploitant.

Equipements et installations importants pour la sécurité	Localisation
Centrale de détection CH4	Local électrique EPURATION
Système de sécurité incendie	Local technique digesteur + local technique EPURATION

Tableau 16 : Synthèse du besoin de protection des équipements

L'étude technique qui complète cette ARF définira les protections à mettre en œuvre pour atteindre l'objectif de réduction du risque.

ANNEXES

Annexe 1 : Contexte réglementaire 14
Annexe 2 : Plan du site 15
Annexe 3 : Activité orageuse locale 16
Annexe 4 : Méthanisation 18
Annexe 5 : Epuration 26
Annexe 6 : ALIGATOR 28

ANNEXE 1 : CONTEXTE REGLEMENTAIRE

REGLEMENTATION FRANÇAISE

SOCOTEC France est certifié F2C pour réaliser cette mission selon les exigences réglementaires suivantes :

[1] Arrêté du 4 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation - section III « Dispositions relatives à la protection contre la foudre »

[2] Circulaire du 24 avril 2008 relative à la protection contre la foudre de certaines installations classées paru le 30 mai 2008.

NORMES APPLICABLES

[3] NF EN 62305-2 : Protection contre la foudre – Partie 2 : évaluation du risque (novembre 2006).

[4] NF EN 62305-3 : Protection contre la foudre – Partie 3 : dommages physiques sur les structures et risques humains.

[5] NF EN 62305-4 : Protection contre la foudre – Partie 4 : réseaux de puissance et de communication dans les structures.

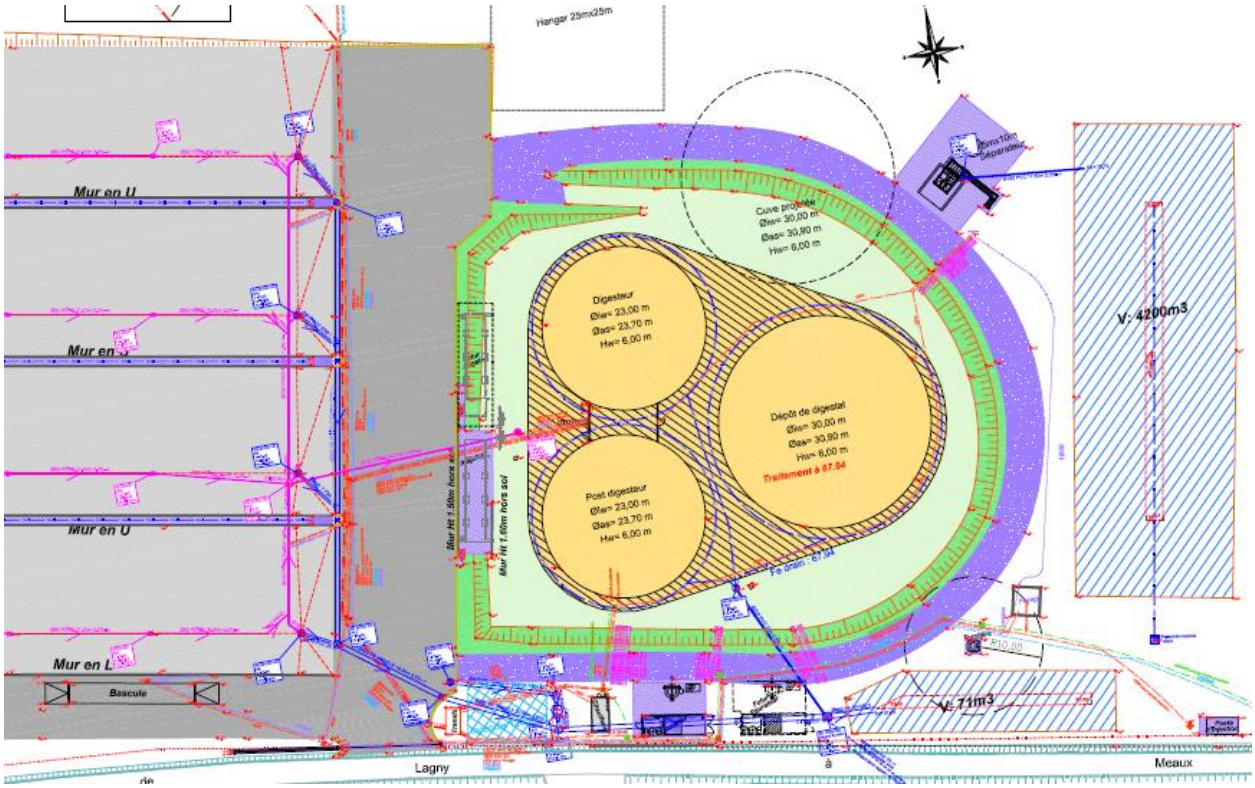
[6] UTE C 15-443 : Installations électriques à basse tension – Guide pratique – Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres – Choix et installation des parafoudres.

[7] NF C17-102 : Protection contre la foudre – Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage.

ANNEXE 2 : PLAN DU SITE

Vue aérienne de l'existant

Vue avec esquisse projet :



ANNEXE 3 : ACTIVITE ORAGEUSE LOCALE

STATISTIQUES EN LIGNE

Résumé

Ville :
CHAUCONIN-NEUFMONTIERS (77335)

Superficie :
17,45 km^2

Période d'analyse :
2008-2017

Statistiques du foudroiement

➜ N_{SG} : 0,92 impacts/km²/an

Foudroiement Faible

Faible	Intense
< 0.67 Nsg	> 3.74 Nsg

Indice de confiance statistique : **Excellent**

L'intervalle de confiance à 95% est : [0,79 - 1,08].

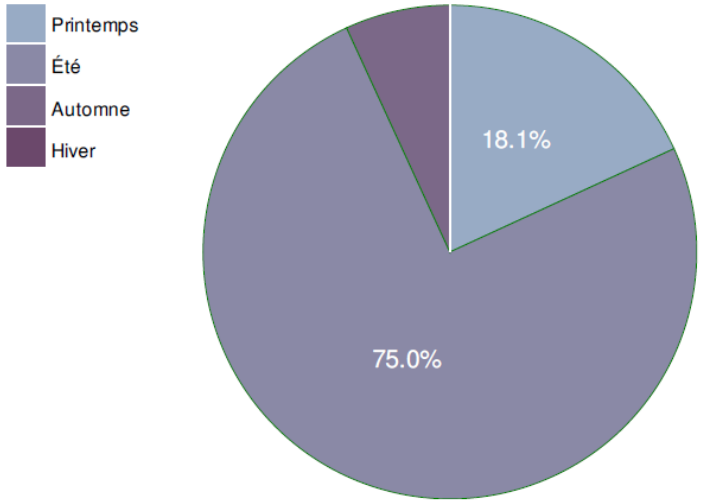
➜ Nombre de jours d'orage : 8 jours par an

N_{SG} : valeur normative de référence (NF EN 62858 – NF C 17-858)

Records

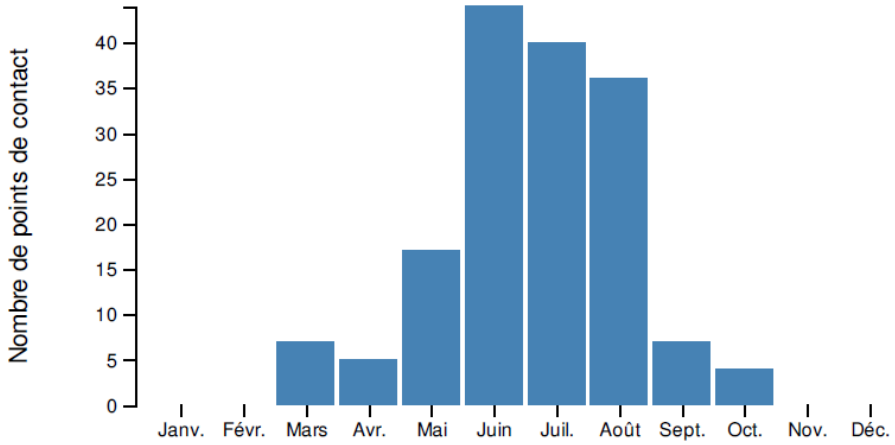
Année record :	2009 (2,46 impacts/km²/an)
Mois record :	Août 2009
Jour record :	24 août 2009

Répartition saisonnière



Répartition saisonnière sur toute la période du Nombre de points de contact.

Répartition par mois



Répartition par mois sur toute la période du Nombre de points de contact.

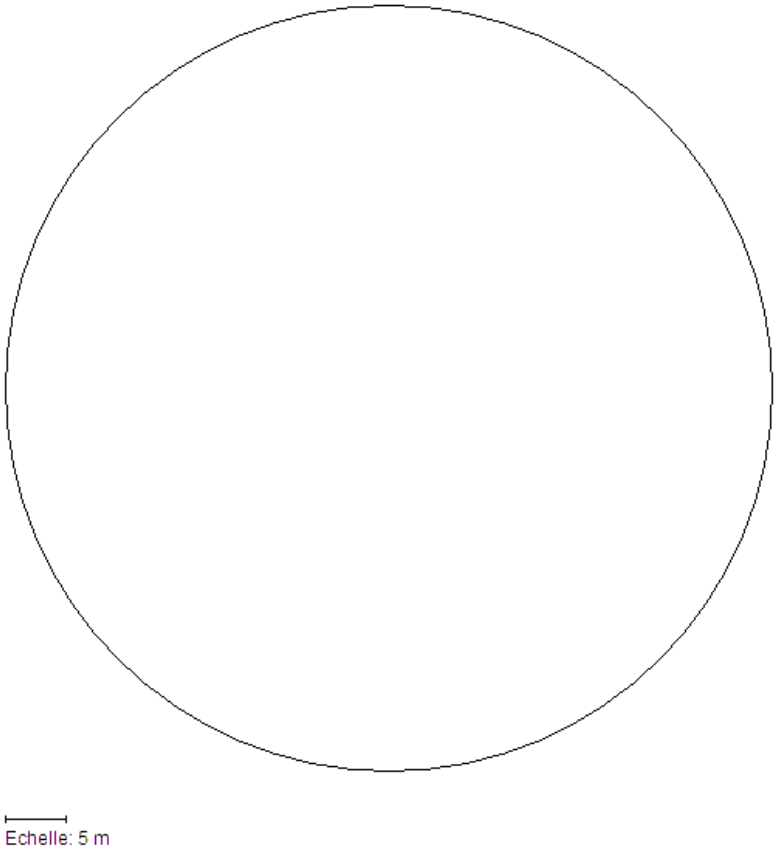
Les résultats ci-dessus sont fournis par Météorage à partir des données du réseau de détection des impacts de foudre pour la période 2008-2017.
La meilleure représentation actuelle de l'activité orageuse est la densité de points de contact qui est le nombre de points de contact par km² et par an.
La valeur moyenne de la densité de foudroiement (N_{SG}) est de 1,12 impacts/km²/an.
Cliquez ici pour en savoir plus sur l'évolution des statistiques de foudroiement.

COPYRIGHT METEORAGE
Cette fourniture est régie par les conditions générales de vente disponibles ici :
http://www.meteorage.fr/informations/conditions-generales-de-vente

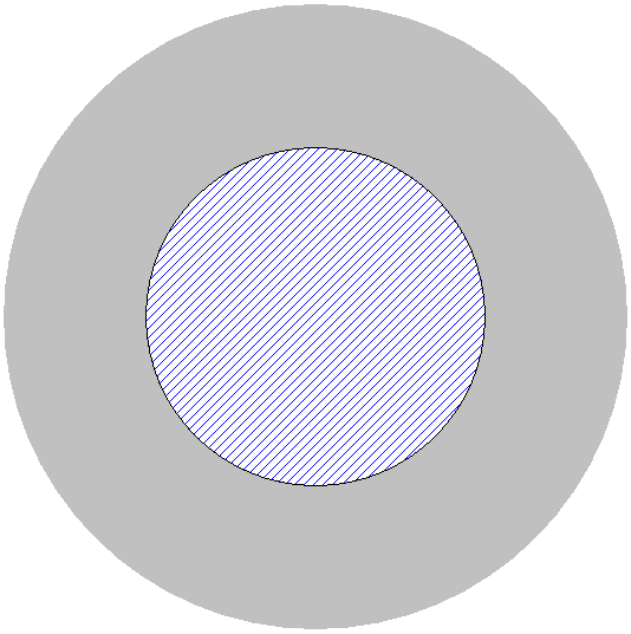
ANNEXE 4 : METHANISATION

Evaluation selon la norme NF EN 62305-2

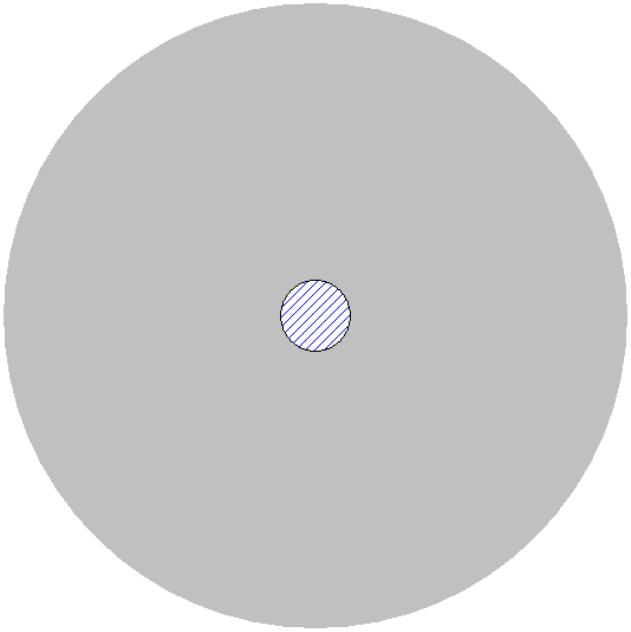
Synoptique d'aide au calcul :



Ci-dessus nous avons représenté la surface d'exposition tel que vue par le phénomène, soit une surface représentant les trois digesteurs existant (un disque d'environ 30m de rayon).

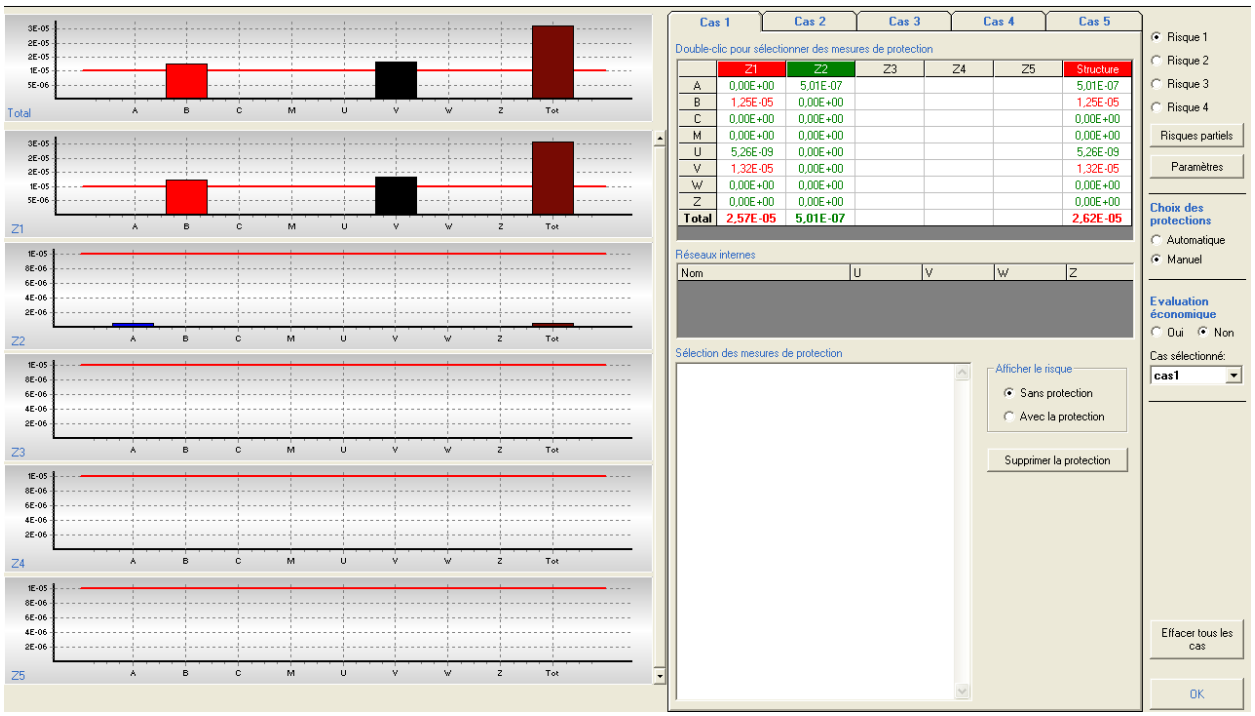


Surface d'exposition Ad (km²) = 1,09E-02

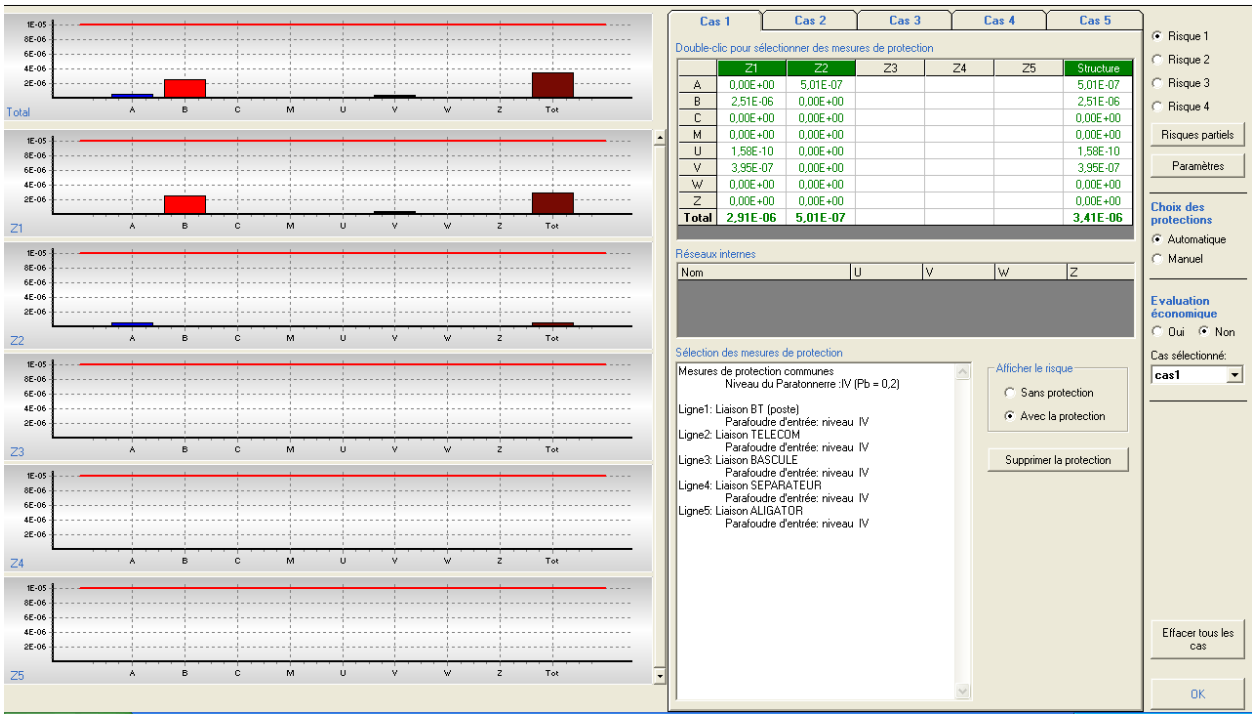


Surface d'exposition Am (km²) = 2,51E-01

Visualisation des résultats :



Ci-dessus, le graphique correspondant aux calculs où nous pouvons constater les deux facteurs de risque majeurs qui sont Rb et Rv.



Ci-dessus la réduction importante des risques avec l'application d'une protection de niveau IV.

Risque R1: pertes en vies humaines

Calcul de R1
Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: Méthanisation
RB: 1,25E-05
RU(1): 6,71E-10
RV(1): 1,68E-06
RU(2): 3,23E-09
RV(2): 8,07E-06
RU(3): 3,98E-10
RV(3): 9,95E-07
RU(4): 6,86E-10
RV(4): 1,72E-06
RU(5): 2,82E-10
RV(5): 7,05E-07
Total: 2,57E-05

Z2: Pourtour méthanisation
RA: 5,01E-07
Total: 5,01E-07

Valeur du risque total R1 pour la structure : **2,62E-05**

Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 2,62E-05est plus grand que le risque tolérable RT = 1E-05, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. composante du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Méthanisation
RD = 47,8419 %
RI = 50,2445 %
Total = 98,0864 %
RS = 0,0201 %
RF = 98,0662 %
RO = 0 %
Total = 98,0863 %

Z2 - Pourtour méthanisation
RD = 1,9137 %
RI = 0 %
Total = 1,9136 %
RS = 1,9137 %
RF = 0 %
RO = 0 %
Total = 1,9137 %

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 - Méthanisation (98,0864 %)
- 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 = 48,7753 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure
RV (2) = 31,3877 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

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 - Méthanisation
- RV dans les zones:
Z1 - Méthanisation

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 niveauIV (Pb = 0,2)

- Pour la ligneLigne1 - Liaison BT (poste):
- Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne2 - Liaison TELECOM:
- Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne3 - Liaison BASCULE:
- Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne4 - Liaison SEPARATEUR:
- Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne5 - Liaison ALIGATOR:
- 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: Méthanisation
Pa = 1,00E+00
Pb = 0,2
Pc (1) = 1,00E+00
Pc (2) = 1,00E+00
Pc (3) = 1,00E+00
Pc (4) = 1,00E+00
Pc (5) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (1) = 1,00E-04
Pm (2) = 1,00E-04
Pm (3) = 1,00E-04
Pm (4) = 1,00E-04
Pm (5) = 1,00E-04
Pm = 5,00E-04
Pu (1) = 3,00E-02
Pv (1) = 3,00E-02
Pw (1) = 1,00E+00
Pz (1) = 4,00E-01
Pu (2) = 3,00E-02
Pv (2) = 3,00E-02
Pw (2) = 1,00E+00
Pz (2) = 1,00E+00
Pu (3) = 3,00E-02
Pv (3) = 3,00E-02
Pw (3) = 1,00E+00
Pz (3) = 1,00E+00
Pu (4) = 3,00E-02
Pv (4) = 3,00E-02
Pw (4) = 1,00E+00
Pz (4) = 4,00E-01
Pu (5) = 3,00E-02
Pv (5) = 3,00E-02
Pw (5) = 1,00E+00
Pz (5) = 4,00E-01
ra = 0,01
rp = 0,5
rf = 0,1
h = 1

Zone Z2: Pourtour méthanisation
Pa = 1,00E+00
Pb = 0,2
Pc = 1,00E+00
Pm = 1,00E+00
ra = 0,01
rp = 1
rf = 0
h = 1

Risque R1: pertes en vies humaines

Les valeurs des composantes de risque pour la structure protégées sont énumérées ci-dessous.

Z1: Méthanisation
RB: 2,51E-06
RU(1): 2,01E-11
RV(1): 5,03E-08
RU(2): 9,68E-11
RV(2): 2,42E-07
RU(3): 1,19E-11
RV(3): 2,98E-08
RU(4): 2,06E-11
RV(4): 5,15E-08
RU(5): 8,46E-12
RV(5): 2,11E-08
Total: 2,91E-06

Z2: Pourtour méthanisation
RA: 5,01E-07
Total: 5,01E-07

Valeur du risque total R1 pour la structure : **3,41E-06**

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: se référer à l'annexe d'emplacement:
Entouré d'objets plus petits (Cd = 0,5)
Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km ² an) Ng = 0,92

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Liaison BT (poste)
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) Lc = 100
résistivité (ohm.m) □ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): rurale
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 3 B (m): 3 H (m): 3
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Isolé

Caractéristiques des lignes: Liaison TELECOM
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) Lc = 650
résistivité (ohm.m) □ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): rurale
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 1 B (m): 1 H (m): 1
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Isolé

Caractéristiques des lignes: Liaison BASCULE
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) Lc = 100
résistivité (ohm.m) □ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): rurale
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 1 B (m): 1 H (m): 1
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Isolé

Caractéristiques des lignes: Liaison SEPARATEUR
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) Lc = 40
résistivité (ohm.m) □ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): rurale
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 16 B (m): 16 H (m): 7
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Caractéristiques des lignes: Liaison ALIGATOR
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) Lc = 20
résistivité (ohm.m) □ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): rurale
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 3 B (m): 13 H (m): 5
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus hauts

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Méthanisation
Type de zone: Intérieur
Type de surface: Herbe (ru = 0,01)
Risque d'incendie: élevé (rf = 0,1)
Danger particulier: Pas de risque particulier (h = 1)
Protections contre le feu: actionnés manuellement (rp = 0,5)
zone de protection: maillage - largeur:w = 5 m
Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interne1
Connecté à la ligne Liaison BT (poste)
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interne2
Connecté à la ligne Liaison TELECOM
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interne3
Connecté à la ligne Liaison BASCULE
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interne4
Connecté à la ligne Liaison SEPARATEUR
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interne5
Connecté à la ligne Liaison ALIGATOR
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Méthanisation
Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001
Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05

Risque et composantes du risque pour la zone:Méthanisation
Risque 1: Rb Ru Rv

Caractéristiques de la zone: Pourtour méthanisation
Type de zone: Extérieur
Type de surface: Herbe (ra = 0,01)
Mesures de protection pour réduire les tensions de pas et de contact: aucune des mesures de protection

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Pourtour méthanisation
Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R1) Lt =0,01

Risque et composantes du risque pour la zone:Pourtour méthanisation
Risque 1: Ra

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =1,09E-02 km²
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,51E-01 km²
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =5,01E-03
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =2,26E-01

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (Al) et aux coups de foudre à proximité (Ai) des lignes:

Liaison TELECOM
Al = 0,013864 km²
Ai = 0,363361 km²

Liaison BASCULE
Al = 0,001565 km²
Ai = 0,055902 km²

Liaison SEPARATEUR
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,022361 km²

Liaison BT (poste)
Al = 0,001431 km²
Ai = 0,055902 km²

Liaison ALIGATOR
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,011180 km²

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (Nl), et aux coups de foudre à proximité (Ni) des lignes:

Liaison TELECOM
Nl = 0,003189
Ni = 0,334292

Liaison BASCULE
Nl = 0,000360
Ni = 0,051430

Liaison SEPARATEUR
Nl = 0,000000
Ni = 0,020572

Liaison BT (poste)
Nl = 0,000329
Ni = 0,051430

Liaison ALIGATOR
Nl = 0,000000
Ni = 0,010286

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Méthanisation
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc (1) = 1,00E+00
Pc (2) = 1,00E+00
Pc (3) = 1,00E+00
Pc (4) = 1,00E+00
Pc (5) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (1) = 1,00E-04
Pm (2) = 1,00E-04
Pm (3) = 1,00E-04
Pm (4) = 1,00E-04
Pm (5) = 1,00E-04
Pm = 5,00E-04
Pu (1) = 1,00E+00
Pv (1) = 1,00E+00
Pw (1) = 1,00E+00
Pz (1) = 4,00E-01
Pu (2) = 1,00E+00
Pv (2) = 1,00E+00
Pw (2) = 1,00E+00
Pz (2) = 1,00E+00
Pu (3) = 1,00E+00
Pv (3) = 1,00E+00
Pw (3) = 1,00E+00
Pz (3) = 1,00E+00
Pu (4) = 1,00E+00
Pv (4) = 1,00E+00
Pw (4) = 1,00E+00
Pz (4) = 4,00E-01
Pu (5) = 1,00E+00
Pv (5) = 1,00E+00
Pw (5) = 1,00E+00
Pz (5) = 4,00E-01

Zone Z2: Pourtour méthanisation
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc = 1,00E+00
Pm = 1,00E+00

ANNEXE 5 : EPURATION

Evaluation selon la norme NF EN 62305-2

Risque R1: pertes en vies humaines

Calcul de R1
Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: Epuration
RB: 3,25E-06
RU(1): 3,78E-10
RV(1): 1,89E-06
RU(2): 7,83E-10
RV(2): 3,91E-06
Total: 9,05E-06

Z2: Extérieur
RA: 6,51E-08
Total: 6,51E-08

Valeur du risque total R1 pour la structure : **9,12E-06**

Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 9,12E-06 est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05

Par conséquent, le risque total R1 =9,12E-06 est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05, il n'est pas nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire.

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 16 B (m): 7 H (m): 3 Hmax (m): 10
Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts (Cd = 0,25)
Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km ² an) Ng = 0,92

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: BT
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) Lc = 25
résistivité (ohm.m) □ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): rurale
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 3 B (m): 3 H (m): 3
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Isolé

Caractéristiques des lignes: Data vers poste d'injection
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) Lc = 100
résistivité (ohm.m) □ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): rurale
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 4 B (m): 3 H (m): 3
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Isolé

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Epuration
Type de zone: Intérieur
Type de surface: Béton (ru = 0,01)
Risque d'incendie: élevé (rf = 0,1)
Danger particulier: Niveau de panique faible (h = 2)
Protections contre le feu: actionnés manuellement (rp = 0,5)
zone de protection: Aucun bouclier
Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interne1
Connecté à la ligne BT
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interne2
Connecté à la ligne Data vers poste d'injection
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Epuration
Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001
Pertes en raison des dommages physiques (liées à

R1) Lf =0,05

Risque et composantes du risque pour la zone:Epuration
Risque 1: Rb Ru Rv

Caractéristiques de la zone: Extérieur
Type de zone: Extérieur
Type de surface: Herbe (ra = 0,01)
Mesures de protection pour réduire les tensions de pas et de contact: aucune des mesures de protection

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Extérieur
Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R1) Lt =0,01

Risque et composantes du risque pour la zone:Extérieur
Risque 1: Ra

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =2,83E-03 km²
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,08E-01 km²
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =6,51E-04
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =1,91E-01

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (Al) et aux coups de foudre à proximité (Ai) des lignes:

BT
Al = 0,000157 km²
Ai = 0,013975 km²

Data vers poste d'injection
Al = 0,001834 km²
Ai = 0,055902 km²

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (Nl), et aux coups de foudre à proximité (Ni) des lignes:

BT
Nl = 0,000036
Ni = 0,012857

Data vers poste d'injection
Nl = 0,000422
Ni = 0,051430

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Epuration
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc (1) = 1,00E+00
Pc (2) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (1) = 1,00E-04
Pm (2) = 9,00E-03
Pm = 9,10E-03
Pu (1) = 1,00E+00
Pv (1) = 1,00E+00
Pw (1) = 1,00E+00
Pz (1) = 4,00E-01
Pu (2) = 1,00E+00
Pv (2) = 1,00E+00
Pw (2) = 1,00E+00
Pz (2) = 1,00E+00

Zone Z2: Extérieur
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc = 1,00E+00
Pm = 1,00E+00

ANNEXE 6 : ALIGATOR

Evaluation selon la norme NF EN 62305-2

Risque R1: pertes en vies humaines

Calcul de R1
Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: aligator
RB: 1,24E-08
RU(1): 3,13E-09
RV(1): 1,57E-07
RU(2): 3,13E-09
RV(2): 1,57E-07
Total: 3,32E-07

Z2: Pourtour
RA: 2,48E-08
Total: 2,48E-08

Valeur du risque total R1 pour la structure : **3,57E-07**

Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 3,57E-07est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05

Par conséquent, le risque total R1 =3,57E-07 est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05, il n'est pas nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire.

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 16 B (m): 6 H (m): 4
Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts (Cd = 0,25)
Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km ² an) Ng = 0,92

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: BT
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) Lc = 30
résistivité (ohm.m) □ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): rurale
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 60 B (m): 60 H (m): 10
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Caractéristiques des lignes: Liaison DATA
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) Lc = 30
résistivité (ohm.m) □ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): rurale
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 60 B (m): 60 H (m): 10
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus hauts

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: aligator
Type de zone: Intérieur
Type de surface: Béton (ru = 0,01)
Risque d'incendie: faible (rf = 0,001)
Danger particulier: Niveau de panique faible (h = 2)
Protections contre le feu: actionnés manuellement (rp = 0,5)
zone de protection: Aucun bouclier
Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interne1
Connecté à la ligne BT
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interne2
Connecté à la ligne Liaison DATA
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:aligator
Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001
Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05

Risque et composantes du risque pour la zone:aligator
Risque 1: Rb Ru Rv

Caractéristiques de la zone: Pourtour
Type de zone: Extérieur
Type de surface: Herbe (ra = 0,01)
Mesures de protection pour réduire les tensions de pas et de contact: aucune des mesures de protection

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Pourtour
Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R1) Lt =0,01

Risque et composantes du risque pour la zone:Pourtour
Risque 1: Ra

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =1,08E-03 km²
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,07E-01 km²
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =2,48E-04
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =1,90E-01

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (Al) et aux coups de foudre à proximité (Ai) des lignes:

BT
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,016771 km²

Liaison DATA
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,016771 km²

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (Nl), et aux coups de foudre à proximité (Ni) des lignes:

BT
Nl = 0,000000
Ni = 0,015429

Liaison DATA
Nl = 0,000000
Ni = 0,015429

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: aligator
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc (1) = 1,00E+00
Pc (2) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (1) = 1,00E-04
Pm (2) = 9,00E-03
Pm = 9,10E-03
Pu (1) = 1,00E+00
Pv (1) = 1,00E+00
Pw (1) = 1,00E+00
Pz (1) = 4,00E-01
Pu (2) = 1,00E+00
Pv (2) = 1,00E+00
Pw (2) = 1,00E+00
Pz (2) = 1,00E+00

Zone Z2: Pourtour
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc = 1,00E+00
Pm = 1,00E+00