



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

ANALYSE DU RISQUE Foudre

PROJET DE CONSTRUCTION PLATEFORME LOGISTIQUE

95340 COMMUNE DE PERSAN

<p><u>Adresse de l'établissement :</u></p> <p>PROJET DE CONSTRUCTION PLATEFORME LOGISTIQUE ZAC DU CHEMIN HERBU 95340 COMMUNE DE PERSAN</p>	<p><u>Commanditaire de l'étude :</u></p> <p>SD ENVIRONNEMENT 19/19bis Avenue Léon Gambetta 92120 MONTRouGE</p>
<p><u>Date de l'intervention :</u></p>	<p>Étude sur plan</p>
<p><u>Destinataire du rapport :</u></p>	<p>Sébastien BACHELLERIE Tél : 01 46 94 80 64 sebastien.bachelierie@sdenvironnement.fr</p>
<p><u>Rédigé par :</u></p>	<p>Mohamed HADDACHE Chargé d'Affaires 07 67 38 72 26 m.haddache@1g-foudre.com</p> 
<p><u>Validé par :</u></p>	<p>Youssef HADDACHE Président – Directeur Technique 07 61 41 71 07 y.haddache@1g-foudre.com</p> 

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
04/06/2018	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
EIPS	Élément Important Pour la sécurité
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
INB	Installation nucléaire de base
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	6
CHAPITRE 2	GENERALITES SUR LA MISSION	7
2.1	PRESENTATION DE LA MISSION	7
2.2	PERIMETRE D'APPLICATION DE L'ARF	7
2.3	REFERENCES REGLEMENTAIRES ET NORMATIVES	8
2.4	BASE DOCUMENTAIRE	10
2.5	LOGICIEL DE CALCUL	10
CHAPITRE 3	METHOLOGIE D'EVALUATION DU RISQUE Foudre	11
3.1	OBJECTIF DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	11
3.2	PROCEDURE D'EVALUATION DU RISQUE Foudre SELON LA NF EN 62305-2	11
3.3	IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE	12
3.4	IDENTIFICATION DES TYPES DE PERTE	12
3.5	DEFINITION DES RISQUES A EVALUER	12
3.6	CALCUL DU RISQUE R1	13
3.7	DEFINITION DU RISQUE TOLERABLE	14
3.8	REDUCTION DU RISQUE R1	14
3.9	PRINCIPAUX PARAMETRES PRIS EN COMPTE DANS L'ARF	14
CHAPITRE 4	PRESENTATION GENERALE DU PROJET	15
4.1	ADRESSE DU SITE	15
4.2	PRESENTATION GENERALE DU PROJET	15
4.3	LISTE DES RUBRIQUES ICPE	16
4.4	DENSITE DE FoudreOIEMENT	17
4.5	NATURE DU SOL - RESISTIVITE	18
4.6	POTENTIELS DE DANGERS	18
4.7	EVENEMENTS REDOUTES	19
4.8	ZONAGE ATEX	19
4.9	LISTE DES EIPS	19
4.10	MOYENS D'INTERVENTION ET DE SECOURS DU SITE	19
4.11	SERVICES ET CANALISATIONS	19
CHAPITRE 5	INSTALLATION A PRENDRE EN COMPTE POUR L'ARF	20
CHAPITRE 6	CALCUL PROBABILISTE : PROJET CONSTRUCTION PLATEFORME LOGISTIQUE	21
6.1	DONNEES & CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE	21
6.2	CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS	22
6.3	DEFINITION DES ZONES	23
6.4	PRESENTATION DES RESULTATS	24

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre **du projet de construction d'une plateforme logistique sur la Commune de Persan**

Chapitre 1 SYNTHESE 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
Projet construction plateforme logistique	Protection par paratonnerres de niveau IV	Protection par parafoudres de niveau IV
EIPS	Nécessité de protéger chaque EIPS par des parafoudres adaptés.	
PREVENTION	Une mise en place de procédure spécifique de prévention d'orage n'est pas nécessaire.	

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** au sens de l'article R.512-33 du code de l'environnement.
- **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

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.

2.4 BASE DOCUMENTAIRE

L'ARF ci-après se base sur les informations et plans fournis par la société **SD ENVIRONNEMENT**. 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			
Étude de dangers	/	/	Oui
Classement ICPE	/	/	Oui
DDAE	/	/	Non
Risque incendie			
Potentiel de dangers	/	/	Oui
Plans			
Plans de masse	/	/	Oui
Plans 3D	/	/	Non
Services (énergie, communication...)			
Synoptique électrique	/	/	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’EVALUATION DU RISQUE Foudre

3.1 OBJECTIF DE L’ANALYSE DU RISQUE Foudre

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

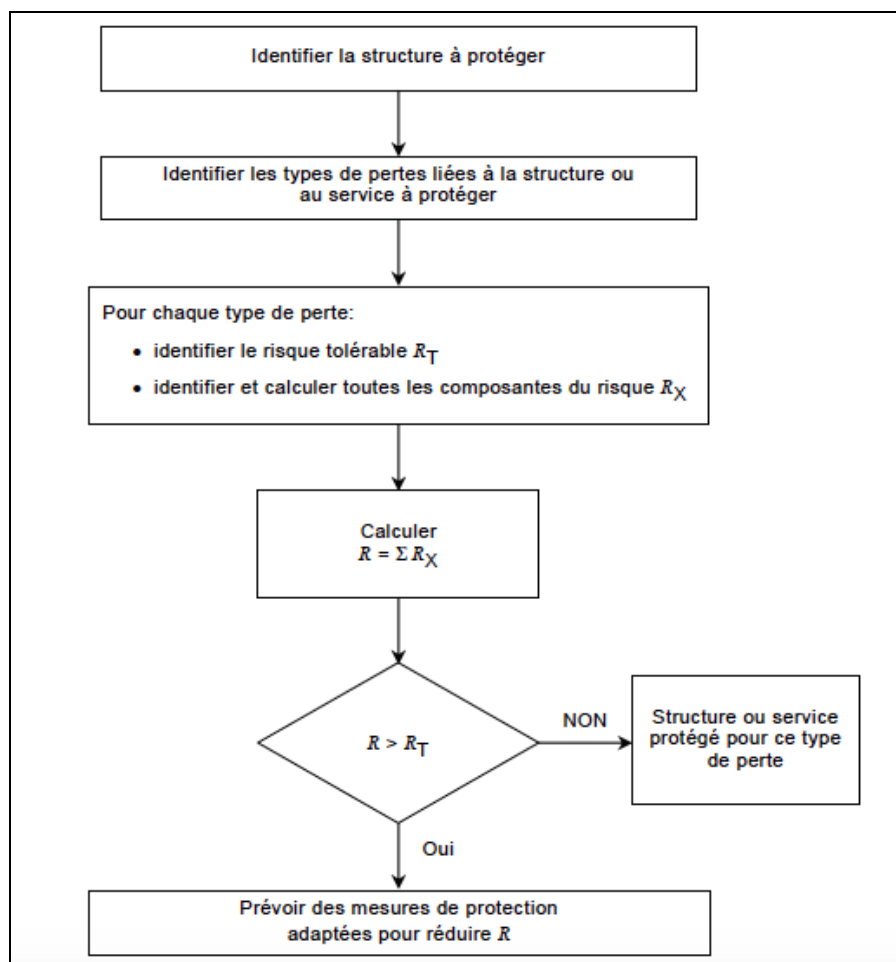
Soit de **s’assurer** que les mesures de protection de la structure et des services sont suffisantes pour que le **risque** reste **acceptable** à une valeur **tolérée** ;

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

3.2 PROCEDURE D’EVALUATION 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 Installation 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 :

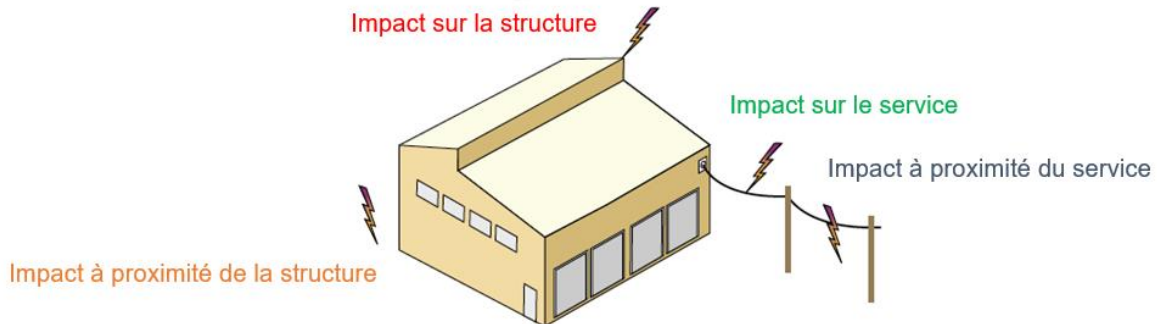
- R1 : Risque de perte de vie humaine
- R2 : Risque de perte de service public
- R3 : Risque de perte d'héritage culturel
- R4 : Risque de perte de valeurs économiques

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.

Dans notre cas, seul le risque R1 fera l'objet d'une évaluation.

3.6 CALCUL DU RISQUE R1

Le risque total calculé R1 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



$$R1 = R_A + R_B + R_C^* + R_M^* + R_U + R_V + R_W^* + R_Z^*$$

(*) : 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

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

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

3.8 REDUCTION DU RISQUE R1

La norme NF EN 62305-2 fixe la limite supérieure du risque tolérable (R_T) à 10⁻⁵. 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 $R_1 > R_T$

→ Il faut prévoir des mesures de protection pour réduire R_c afin qu'il soit ≤ à R_t.

Si $R_1 \leq R_T$

→ 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 SITE

Le site sera situé :

PROJET DE CONSTRUCTION PLATEFORME LOGISTIQUE
ZAC DU CHEMIN HERBU
95340 COMMUNE DE PERSAN

4.2 PRESENTATION GENERALE DU PROJET



Plan de masse du projet

Le projet comprendra :

- Entrepôt de stockage,
- Local de charge,
- Bureaux – locaux sociaux,
- Poste de garde,
- Locaux technique (local sprinkler, local TGBT, chaufferie),
- Auvent,
- Parking VL et PL,
- Quai de chargement,
- Reserve pompier,
- Bassin de rétention,
- Bassin d'orage.

4.3 LISTE DES RUBRIQUES ICPE

La rubrique ICPE est listée dans le tableau suivant :

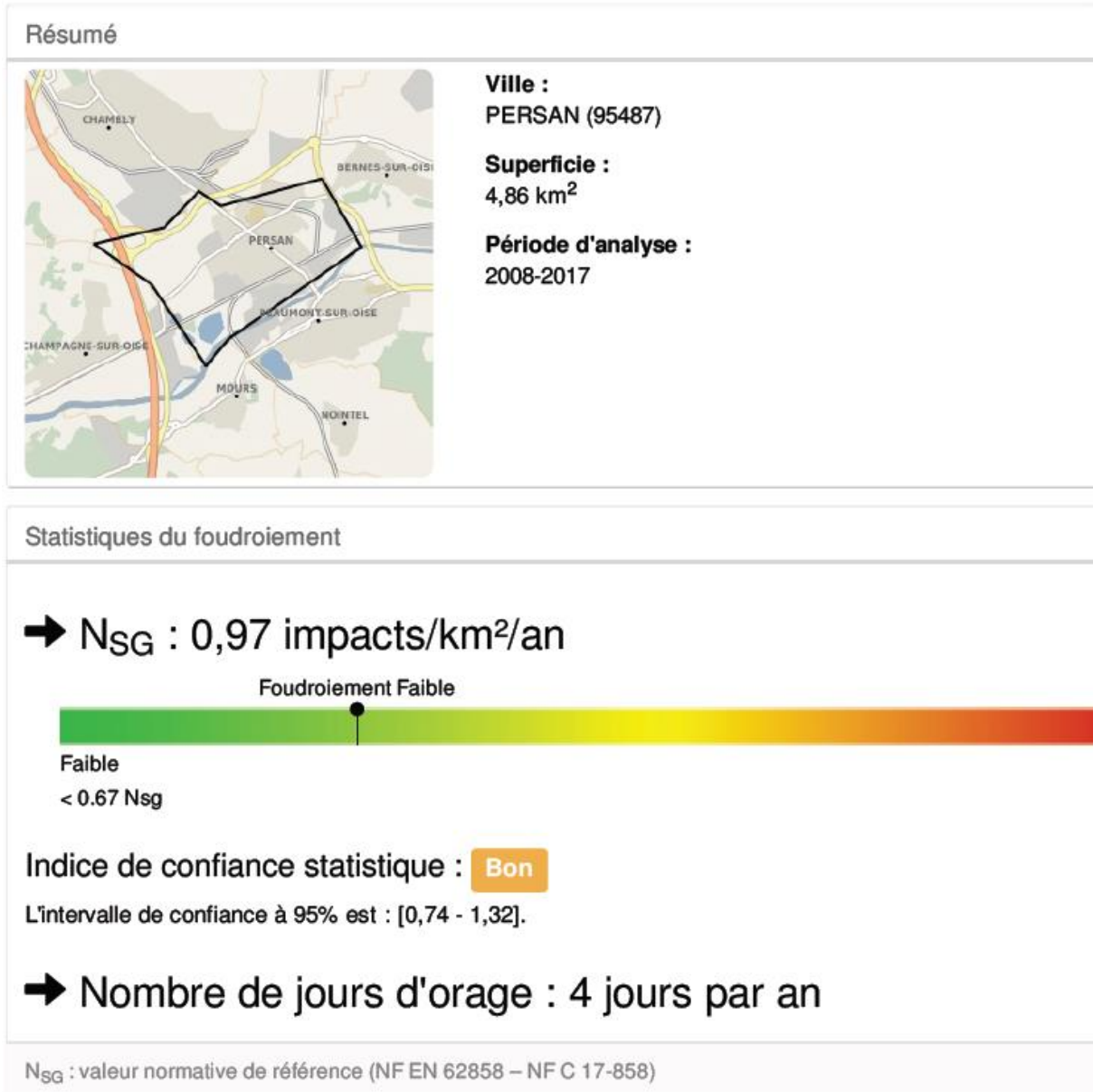
Rubrique	Désignation de l'activité	Capacité de l'installation	Régime
1510-1	Entrepôt couvert (stockage de produits en quantité supérieure à 500 t) d'un volume supérieur ou égal à 300 000 m ³ .	Surface d'entreposage du bâtiment (compris auvent = 43 980 m ² Hauteur au faîtage = 13,10 m Volume de l'entrepôt = 576 138 m ³ Capacité de stockage du bâtiment : 33 000 t	Autorisation
1530-1	Dépôt de papier, carton ou matériaux combustibles analogues, y compris les produits finis conditionnés, la quantité stockée étant supérieure à 50 000 m ³ .	Capacité de stockage maximale dans le bâtiment : 66 000 palettes de 1,7 m ³ soit 112 200 m ³	Autorisation
1532-1	Dépôt de bois sec ou matériaux combustibles analogues, y compris les produits finis conditionnés, la quantité stockée étant supérieure à 50 000 m ³ .	Capacité de stockage maximale dans le bâtiment : 112 200 m ³	Autorisation
2662-1	Stockage de polymères (matières plastiques, caoutchoucs, élastomères, résines et adhésifs synthétiques) Le volume susceptible d'être stocké étant supérieur à 40 000 m ³	Capacité de stockage maximale dans le bâtiment : 66 000 palettes de 1,44 m ³ soit 95 040 m ³	Autorisation
2663-1-a	Pneumatiques et produits dont 50 % au moins de la masse totale unitaire est composée de polymères (stockage de) : A l'état alvéolaire ou expansé tels que mousse de latex, de polyuréthane, de polystyrène, etc. Le volume susceptible d'être stocké étant supérieur à 45 000 m ³ .	Capacité de stockage maximale dans le bâtiment : 66 000 palettes de 1,7 m ³ soit 112 200 m ³	Autorisation
2663-2-a	Pneumatiques et produits dont 50 % au moins de la masse totale unitaire est composée de polymères (stockage de) :	Capacité de stockage maximale dans le bâtiment : 66 000 palettes de 1,7 m ³ soit 112 200 m ³	Autorisation
	Dans les autres cas et pour les pneumatiques, le volume susceptible d'être stocké étant supérieur à 80 000 m ³		
1511-2	Entrepôts frigorifiques, à l'exception des dépôts utilisés au stockage de catégories de matières, produits ou substances relevant, par ailleurs, de la présente nomenclature. La quantité susceptible d'être présente dans l'installation étant : 2. Supérieure ou égale à 50 000 m ³ mais inférieure à 150 000 m ³ (E)	Capacité de stockage maximale : 63 000 palettes de 1,44 m ³ soit 90 720 m ³	Enregistrement

4331	<p>Liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la rubrique 4330. La quantité susceptible d'être présente dans l'installation étant :</p> <p>1. Supérieure ou égale à 100 tonnes mais inférieure à 1 000 tonnes</p> <p><i>Quantité seuil bas au sens de l'article R. 511-10 = 5 000 t</i> <i>Quantité seuil haut au sens de l'article R. 511-10 = 50 000 t</i></p>	Capacité de stockage égale à 750 t	Enregistrement
4320-2	<p>Aérosols extrêmement inflammables ou inflammables de catégorie 1 ou 2 contenant des gaz inflammables de catégorie 1 ou 2 ou des liquides inflammables de catégorie 1 La quantité susceptible d'être présente dans l'installation étant :</p> <p>2. Supérieure ou égale à 15 t et inférieure à 150 t (D)</p> <p><i>Quantité seuil bas au sens de l'article R. 511-10 = 150 t</i> <i>Quantité seuil haut au sens de l'article R. 511-10 = 500 t</i></p>	Capacité de stockage maximale : 100 t	Déclaration
2925	<p>Atelier de charge d'accumulateur dont la puissance maximale de courant continu est supérieure à 50 kW.</p>	500 kW	Déclaration
2910	<p>Installation de combustion qui consomme exclusivement du gaz naturel et dont la puissance est supérieure à 2 MW mais inférieure à 20 MW</p>	Puissance thermique de l'installation : 1,8 MW	Non classé
4321-2	<p>Aérosols extrêmement inflammables ou inflammables de catégorie 1 ou 2 ne contenant pas de gaz inflammables de catégorie 1 ou 2 ou des liquides inflammables de catégorie 1 La quantité susceptible d'être présente dans l'installation étant inférieure à 500 tonnes.</p> <p><i>Quantité seuil bas au sens de l'article R. 511-10 = 5 000 t</i> <i>Quantité seuil haut au sens de l'article R. 511-10 = 50 000 t</i></p>	Capacité de stockage maximale : 300 t	Non classé

4.4 DENSITE DE FOUDROIEMENT

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 2008-2017).

On obtient le N_{SG} (valeur normative de référence) de la **commune de Persan (95)**.



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

Le principal potentiel de danger sur le site communiqué par **SD ENVIRONNEMENT** est l'inflammation non contrôlée pouvant entraîner un incendie des produits ou matériaux d'emballage.

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	=> Incendie => Risque toxique lié au dégagement de fumées en cas d'incendie.

4.8 ZONAGE ATEX

L'étude ATEX des différentes unités projetées n'a pas encore été réalisée à ce stade du projet.

4.9 LISTE DES EIPS

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
Dispositif d'extinction automatique	Oui
Sprinkler	Oui
Extincteurs et RIA	Non

4.10 MOYENS D'INTERVENTION ET DE SECOURS DU SITE

Le site dispose, suivant les zone, de différents moyens de lutte contre l'incendie :

- Les moyens manuels : Extincteurs, poteaux incendie, RIA,
- Les moyens automatiques : Dispositif d'extinction automatique, système de sprinklage.

En cas de nécessité, l'établissement dépendra du SDIS 95.

4.11 SERVICES ET CANALISATIONS

Caractéristiques du réseau de puissance et de communication

L'alimentation électrique du site reste à définir.

Le régime de neutre utilisé sur le site reste à définir.

Chemins des canalisations

Le site dispose d'un réseau de lutte incendie pour le bâtiment principal.

Chapitre 5 **INSTALLATION A PRENDRE EN COMPTE POUR L'ARF**

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
PROJET DE CONSTRUCTION PLATEFORME LOGISTIQUE	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**.

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	113 m
Largeur W	106,6 m
Hauteur H_b	H : 13,7 m
Aire Equivalente $A_{d/b}$	3,54-02 km ²
Type de construction	Charpente : Béton Façade : Bardage métallique / béton
Type de sol à l'intérieur	Béton

6.2 CARACTERISTIQUES DES LIGNES ET DES CANALISATIONS

Liste des lignes entrantes

Ligne Basse Tension « Alimentation TGBT »
Ligne courant faible (Reports d'informations et lignes téléphoniques)

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 équipotent alité devra être assurée par continuité des masses*

Caractéristique de la ligne « Alimentation TGBT » :

Type de ligne : Énergie avec transformateur HT/BT souterrain
Origine de la ligne : Réseau 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 « Arrivée téléphonique » :

Type de ligne : Signal – souterrain
Origine de la ligne : Arrivé France Telecom
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 : Répartiteur téléphonique

6.3 DEFINITION DES ZONES

Définition des zones :

- Zone 1 : Intérieur du bâtiment

Zone 1 : Intérieur du bâtiment

Type de sol r_u : Béton

Risque incendie r_f : Élevé

Justification : Au vu de la quantité de produits inflammables, le risque incendie est considéré comme élevée.

Dangers particuliers h_z : Niveau de panique faible

Justification : Le nombre de personnes présentes dans la structure est inférieure à 100.

Protection contre l'incendie r_p : Automatique

Justification : La protection incendie est assurée à l'aide d'extincteurs et de dispositif automatique d'extinction

Protection contre les tensions de pas et de contact : Aucune mesure de protection

Perte par tensions de contact et 0,0001

de pas L_t : *Justification : Personnes à l'intérieur du bâtiment*

Perte par dommages physiques 0,05

L_f : *Justification : Structure industrielle*

6.4 PRESENTATION DES RESULTATS

PROJET CONSTRUCTION PLATEFORME LOGISTIQUE

SANS PROTECTION

Composante	Valeur
RA	00E-07
RB	34E-6
RC	00E-07
RM	00E-07
RU	62E-10
RV	12E-6
RW	00E-07
RZ	00E-07
Total	47E-6

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	3,43E-05					3,43E-05
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	6,24E-09					6,24E-09
V	1,25E-05					1,25E-05
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	4,68E-05					4,68E-05

Réseaux internes: Z1

Nom	U	V	W	Z
ALIM BT	1,04E-09	2,08E-06	0,00E+00	0,00E+00
TELE SIGNALISATION	5,20E-09	1,04E-05	0,00E+00	0,00E+00

Dans ces conditions le risque de perte de vie humaine R1 n'est **pas acceptable** ($R1 > R_T$) :

$4,68 \times 10^{-5} > 1 \times 10^{-5}$

Il y a donc lieu de **procéder à la mise en œuvre de mesures de protection.**

AVEC PROTECTION

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 (impacts sur le service connecté)

Chaque composante de risque peut être réduite ou augmentée selon différents paramètres.

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 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.

Composante	Valeur
RA	00E-07
RB	69E-7
RC	00E-07
RM	00E-07
RU	19E-11
RV	37E-8
RW	00E-07
RZ	00E-07
Total	72E-7

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	6,87E-06					6,87E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	1,87E-10					1,87E-10
V	3,74E-07					3,74E-07
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	7,24E-06					7,24E-06

Réseaux internes: Z1

Nom	U	V	W	Z
ALIM BT	3,12E-11	6,24E-08	0,00E+00	0,00E+00
TELE SIGNALISATION	1,56E-10	3,12E-07	0,00E+00	0,00E+00

Sélection des mesures de protection

Mesures de protection communes
 Niveau du Paratonnerre :IV (Pb = 0,2)

Ligne1: ALIM BT
 Parafoudre d'entrée: niveau IV

Ligne2: TELE SIGNALISATION
 Parafoudre d'entrée: niveau IV

Sans protection
 Avec la protection

$7,24 \times 10^{-6} < 1 \times 10^{-5}$

Annexe n°1

Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre

PROJET CONSTRUCTION PLATEFORME LOGISTIQUE

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

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 :

$$N_g = 1,0 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :
A (m): 113 B (m): 106,6 H (m): 13,7

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: ALIM 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: CELLULE 1

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: CELLULE 1
RB: 3,43E-05
RU(ALIM BT): 1,04E-09
RV(ALIM BT): 2,08E-06
RU(TELESIGNALISATION): 5,20E-09
RV(TELESIGNALISATION): 1,04E-05
Total: 4,68E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 4,68E-05

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 4,68E-05$ 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 - CELLULE 1
RD = 73,3353 %
RI = 26,6647 %
Total = 100 %
RS = 0,0133 %
RF = 99,9867 %
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 - CELLULE 1 (100 %)
- essentiellement due à dommages physiques
- principalement en raison de coups de foudre frappant la structure
- la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant les composantes du risque :
RB = 73,3353 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure

RV (TELESIGNALISATION) = 22,2095 %
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 - CELLULE 1
- RV dans les zones:
 - Z1 - CELLULE 1

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 ($P_b = 0,2$)
- Pour la ligne Ligne1 - ALIM 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: CELLULE 1

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 0,2$

P_c (ALIM BT) = $1,00E+00$

P_c (TELESIGNALISATION) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (ALIM BT) = $1,00E-04$

P_m (TELESIGNALISATION) = $1,00E-04$

$P_m = 2,00E-04$

P_u (ALIM BT) = $3,00E-02$

P_v (ALIM BT) = $3,00E-02$

P_w (ALIM BT) = $1,00E+00$

P_z (ALIM BT) = $2,00E-01$

P_u (TELESIGNALISATION) = 3,00E-02
 P_v (TELESIGNALISATION) = 3,00E-02
 P_w (TELESIGNALISATION) = 1,00E+00
 P_z (TELESIGNALISATION) = 1,50E-01
 r_a = 0,01
 r_p = 0,2
 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: CELLULE 1
RB: 6,87E-06
RU(ALIM BT): 3,12E-11
RV(ALIM BT): 6,24E-08
RU(TELESIGNALISATION): 1,56E-10
RV(TELESIGNALISATION): 3,12E-07
Total: 7,24E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 7,24E-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.

Date 04/06/2018

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 113 B (m): 106,6 H (m): 13,7

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($C_d = 0,5$)
Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 0,97$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: ALIM BT

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): urbain ($h > 20 \text{ m}$)

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 (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): 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: CELLULE 1

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 automatiquement ($r_p = 0,2$)actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneALIM BT

Connecté à la ligne ALIM 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 interneTELESIGNALISATION

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:CELLULE 1

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R_1) $L_t = 0,0001$

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R_1) $L_f = 0,05$

Risque et composantes du risque pour la zone:CELLULE 1

Risque 1: Rb Ru Rv

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 3,54E-02 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 3,18E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 1,72E-02$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 2,91E-01$

Lignes électriques

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

ALIM BT

$A_l = 0,021442 \text{ km}^2$

$A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

TELESIGNALISATION

$A_l = 0,021442 \text{ km}^2$

$A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

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

ALIM BT

$N_l = 0,001040$

$N_i = 0,000000$

TELESIGNALISATION

$N_l = 0,005200$

$N_i = 0,054225$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: CELLULE 1

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

P_c (ALIM BT) = $1,00E+00$

P_c (TELESIGNALISATION) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (ALIM BT) = $1,00E-04$

P_m (TELESIGNALISATION) = $1,00E-04$

$P_m = 2,00E-04$

P_u (ALIM BT) = 1,00E+00

P_v (ALIM BT) = 1,00E+00

P_w (ALIM BT) = 1,00E+00

P_z (ALIM BT) = 2,00E-01

P_u (TELESIGNALISATION) = 1,00E+00

P_v (TELESIGNALISATION) = 1,00E+00

P_w (TELESIGNALISATION) = 1,00E+00

P_z (TELESIGNALISATION) = 1,50E-01