




ETUDE Foudre ORECO BELLEVUE 2 Châteaubernard



<p>TelComTec agrément</p>  <p>sous le N° 051168782015</p>	<p>Rédacteur Florian BOSQUELLE</p> 	<p>Vérificateur Paul RAYNAUD</p> 	<p>Approbation Client</p>
--	--	---	---------------------------

SOMMAIRE

1. OBJET	5
2. SITUATION REGLEMENTAIRE	5
2.1. ACTIVITES CONCERNEES PAR LE CLASSEMENT ICPE	5
3. PRINCIPES GENERAUX	6
3.1. PRESENTATION GENERALE	6
3.2. OBJECTIFS	6
3.3. METHODOLOGIE ET CONDITIONS DE REALISATION DE L'ETUDE	7
3.4. LIMITES DE L'EVALUATION DES RISQUES	7
4. REFERENTIEL	8
4.1. REGLEMENTAIRE.....	8
4.2. NORMATIF.....	8
4.3. ORECO	8
4.4. AUTRES	8
5. IDENTIFICATION DES RISQUES	10
5.1. EVENEMENTS INITIATEURS.....	10
6. METHODE D'EVALUATION DU RISQUE Foudre.....	11
6.1. EVALUATION PROBABILISTE DU BESOIN DE PROTECTION	11
6.2. EVALUATION DETERMINISTE DU BESOIN DE PROTECTION	11
7. HYPOTHESES	12
7.1. DENSITE DE Foudre.....	12
7.2. SURFACE EQUIVALENTE D'EXPOSITION A LA Foudre.	12
7.3. RESISTIVITE DU TERRAIN	12
7.4. MINIMISATION DU RISQUE D'INCENDIE	12
7.5. RISQUE D'EXPLOSION.....	13
7.6. CABLES DE TELECOMMUNICATION	13
7.7. CHEMINS DE CABLES	13
7.8. CANALISATIONS	13
7.9. CONSEQUENCES POSSIBLES D'UNE AGRESSION Foudre	13
8. EVALUATION PROBABILISTE.....	15
8.1. DANGERS	15
8.2. CONSEQUENCES POUR L'ENVIRONNEMENT	15
8.3. STRUCTURES POTENTIELLEMENT DANGEREUSES	16
8.4. ANALYSE DU RISQUE Foudre	16
8.4.1. Chai C16.....	16
8.4.2. Vecteurs des services électriques entrants/sortants.....	17
8.4.3. Secteurs et zonage foudre	17
8.5. EVALUATION PROBABILISTE DU RISQUE Foudre	18
8.5.1. Chai C16.....	18
9. EVALUATION DETERMINISTE DU BESOIN DE PROTECTION.....	20
9.1. SYSTEMES DE CONTROLE COMMANDE DE PROCESSUS CRITIQUES.....	20
9.2. EQUIPEMENTS CRITIQUES SENSIBLES	20
9.3. EVALUATION DETERMINISTE DU BESOIN DE PROTECTION	20
9.4. PREVENTION	20
10. SYNTHESE DU BESOIN DE LUTTE CONTRE LA Foudre	21
11. CARACTERISTIQUES DU SPF	23
11.1. RESISTANCE INTRINSEQUE DES STRUCTURES	23
11.2. IEPF.....	23
11.3. IIPF.....	24
12. EXPERTISE DES PROTECTIONS	25

12.1.	RESISTANCE INTRINSEQUE DES STRUCTURES	25
13.	DEFINITION DU SPF	26
13.1.	IEPF.....	26
13.1.1.	<i>Capture</i>	26
13.1.2.	<i>Écoulement</i>	26
13.1.3.	<i>Equipotentialité</i>	29
13.1.4.	<i>Distances de séparation</i>	29
13.1.5.	<i>Schéma de principe des IEPF</i>	30
13.1.6.	<i>Compatibilité des matériaux</i>	31
13.2.	IIPF.....	32
14.	DEFINITION DE LA PREVENTION Foudre	33
15.	JUSTIFICATION DE LA PROTECTION	33
16.	CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES ELEMENTS.....	34
16.1.	CONDUCTEURS DE DESCENTE Foudre	34
16.2.	FIXATION DU CONDUCTEUR DE DESCENTE Foudre.....	34
16.3.	RACCORDEMENT CONDUCTEUR DE DESCENTE SURE CHARPENTE METALLIQUE.....	34
16.4.	ELEMENTS DU FDF (PDT TYPE B)	34
16.5.	FIXATION DU CONDUCTEUR DE REMONTEE DU FDF.....	34
16.6.	CONDUCTEURS INTEGRE BETON (TRAVERSEE RADIER ET MASSIF).....	35
16.7.	CONDUCTEUR D'EQUIPOTENTIALITE	35
16.8.	BORNE DE CONNEXION RADIER	35
16.9.	PIECE DE RACCORDEMENT BORNE DE CONNEXION SUR FERRAILLAGE RADIER & CONDUCTEUR Foudre AVEC FERRAILLAGE DES MASSIFS	35
16.10.	PIECE DE RACCORDEMENT SUR BORNE DE CONNEXION	35
16.11.	PIECE DE RACCORDEMENT CONDUCTEUR Foudre ET BORNE DE CONNEXION (DANS LE BETON).....	36
16.12.	PIECE DE RACCORDEMENT EQUIPOTENTIALITE RACK	36
16.13.	BDT	36
16.14.	VISSERIE DE RACCORDEMENT	36
16.15.	PARAFoudRES ÉNERGIE.....	36
16.15.1.	<i>Type 1 – TGBT et TD des chais</i>	37
16.15.2.	<i>Type 2 – Centrale d'alarme poste de garde et armoire principale local source</i>	37
17.	REALISATION DE LA PROTECTION.....	38
17.1.	CONDUITE DES TRAVAUX	38
17.2.	RECEPTION.....	38
18.	MAINTENANCE.....	39
18.1.	ETAT INITIAL.....	39
18.2.	CARNET DE BORD	39
18.3.	VERIFICATIONS PERIODIQUES.....	39
18.4.	PERIODICITE.....	39
19.	ANNEXES	40
19.1.	PARAMETRES POUR L'ARF	40
19.1.1.	<i>Structures</i>	40
19.1.2.	<i>Services externes entrants dans la structure</i>	41
19.2.	STATISTIQUE DE Foudroiement	42
19.3.	TABLEAU DES COMPOSANTES DE RISQUE DE L'ARF	43
19.4.	DONNEES DETAILLEES DE L'EVALUATION DES RISQUES	43
19.5.	PLAN IEPF	43
19.6.	DISTANCE DE SEPARATION.....	44
19.7.	CERTIFICATIONS QUALIFoudre	45

EVOLUTIONS

<i>Indice</i>	<i>Date</i>	<i>Modification</i>
Sans	Octobre 2020	Création

GLOSSAIRE

ARF	Analyse de risque foudre
C1	Mode de connexion suivant guide UTE C 15-443
C2	Mode de connexion suivant guide UTE C 15-443
CFa	Courant Faible
EDD	Etude de dangers
EDV	Eaux de vie
ETF	Etude technique foudre
FD	Facteur déclenchant
Fu	Fusible
ICPE	Installation Classée Pour la Protection de l'Environnement
IEPF	Installation Extérieure de Protection Foudre
IIPF	Installation Intérieure de Protection Foudre
limp	Courant de choc de foudre des parafoudres (onde 10/350 μ s) (type 1)
In	Courant nominal de décharge des parafoudres (onde 8/20 μ s) (type 2)
IPS	Important pour la sécurité
MMR	Mesure de maîtrise des risques
NPF	Niveau de protection foudre
PDA	Paratonnerre à dispositif d'amorçage
PDT	Prise de terre, PDTF foudre, PDTE électrique
Pf	Parafoudre
RDM	Réseau de masse (partie aérienne équipotentielle des masses)
RDT	Réseau de terre (partie souterraine équipotentielle des masses + PDT)
R1	Risque de perte humaine
R _T	Risque maximal acceptable
SPF	Système de Protection Foudre
TD	Tableau électrique Divisionnaire
TE	Tableau électrique
TGBT	Tableau Général Basse Tension
T1, T2, T3	Type 1, Type 2, Type 3
Uc	Tension maximale de régime permanent des parafoudres
Up	Niveau de protection en tension résiduelle des parafoudres
ZPF	Zone de protection foudre

Paratonnerre Dispositif d'une IEPF destiné à intercepter la foudre.

Parafoudre Dispositif d'une IIPF destiné à limiter les surtensions transitoires véhiculées par les conducteurs actifs.

Danger Propriété intrinsèque d'un système, d'un produit dangereux, ou d'une situation physique, de pouvoir provoquer des dommages pour la santé et/ou l'environnement.

Risque Probabilité qu'un effet spécifique se produise dans une période donnée ou dans des circonstances déterminées.

1. OBJET

Ce document établit l'analyse du risque foudre et l'étude technique foudre des installations du nouveau site de stockage de la société ORECO, dit « Bellevue 2 » (extension du site de Merpins), qui seront situées sur la commune de CHATEAUBERNARD (16). Elle découle d'une demande de la part de la société ORECO au titre du bon pour accord sur notre devis réf. 200911_FBE_Q.0123388.5.22 du 11/09/20.

Cette étude répond aux exigences vis-à-vis de la protection contre la foudre de l'arrêté du 04 octobre 2010 modifié [1] relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

Elle est composée de deux parties :

- l'analyse du risque foudre (ARF), première partie de l'étude foudre réglementaire,
- l'étude technique foudre (ETF), deuxième partie de l'étude foudre réglementaire.

2. SITUATION REGLEMENTAIRE

2.1. *Activités concernées par le classement ICPE*

Le site de Bellevue 2 sera classé SEVESO seuil haut. Il sera visé au régime d'autorisation de la rubrique ICPE n° 4755-1 visé par l'arrêté [1].

Les chais de stockage constitueront les seules installations concernées par cette rubrique et présentant un danger majeur vis-à-vis du risque foudre.

Les bâtiments techniques et autres locaux ne sont pas assujettis à un besoin réglementaire vis-à-vis de l'arrêté [1] et ne présentent pas de scénarios d'accident majeur vis-à-vis de la foudre. Si des équipements importants pour la sécurité se trouvent dans ces bâtiments, nous les étudierons de façon déterministe et vérifierons le besoin ou non de les protéger.

L'ARF est effectuée sur chaque bâtiment, entité de bâtiments ou structures non dissociables au sens de la sécurité. Nous étudierons un seul chai représentatif pour tous les chais. La seule donnée d'entrée qui diffère entre les chais est la longueur des conduits électriques. Nous étudierons le chai le plus éloigné (cas majorant), soit le chai n°C16.

3. PRINCIPES GENERAUX

3.1. Présentation générale

Le site de « Bellevue 2 », aura une activité de stockage d'EDV en barriques. Le projet Bellevue 2 concerne principalement la construction de 16 nouveaux chais de stockage.



Les chais seront tous similaires, notre étude portera sur un chai représentatif (cas majorant) et des locaux techniques associés.

3.2. Objectifs

L'analyse du risque foudre (ARF), première partie de l'étude, identifie les équipements et installations dont une protection doit être assurée et définit les niveaux de protection nécessaires¹. Tout en restant placée sous la décision et la responsabilité de la Société ORECO l'atteinte des niveaux de protection ainsi définis est prescriptive².

Les effets déclenchés par l'agression foudre sont analysés afin d'évaluer s'ils peuvent devenir des facteurs aggravants d'évènements susceptibles de porter atteinte à l'environnement et à la sécurité des personnes, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'enceinte.

L'étude technique foudre (ETF), deuxième partie de l'étude, définit les protections à mettre en place pour satisfaire les niveaux de protection déterminés par l'ARF, ainsi que les modalités de vérification et de maintenance des dispositifs étudiés.

¹ Article 2 de l'arrêté.

² Elle constitue une obligation au sens de l'arrêté ministériel [1].

3.3. Méthodologie et conditions de réalisation de l'étude

L'étude répond à l'arrêté du 04 octobre 2010 modifié [1]. Elle est conduite suivant la méthodologie de la circulaire du 24 avril 2008 [2].

L'ARF est réalisée suivant la norme NF EN 62305-2 [4], version 2006, requise par l'arrêté [1]. L'ETF est réalisée selon les normes NF EN 62305-3 et 4 [5] [6], versions 2006, et la NF C 17-102 [9], également requises par l'arrêté [1].

Cette étude est basée sur :

- une analyse du besoin avec Madame RIBEREAU de la société ORECO,
- la documentation citée au § 3.

Elle utilise la méthodologie des guides et des différentes normes référencées au § 3. Elle a été élaborée au vu des informations fournies et des connaissances techniques établies au jour de la rédaction du rapport.

3.4. Limites de l'évaluation des risques

La méthode définie par la norme NF EN 62305-2 [4] est basée sur un calcul de probabilités visant à limiter partiellement les risques des effets de la foudre sur une installation à un niveau de seuil dit « acceptable » (voir § 5.1.).

A ce titre, l'étude ne couvre pas la protection de processus industriels, équipements ou infrastructures des conséquences des effets qui pourraient résulter des perturbations liées à la foudre sur l'exploitation³, dès lors que ces derniers ne sont pas identifiés comme des contributeurs indispensables à la maîtrise de risques inacceptables au sens de l'arrêté [1].

De plus pour les risques étudiés (perte de vie humaine et atteinte à l'environnement) les niveaux de protection définis visent à limiter les risques en deçà d'un niveau de perte probable. Ces derniers ne sont (ni ne pourraient), en tout état de cause, être totalement annulés. La responsabilité de TelComTec en cas de conséquences d'un foudroiement des installations étudiées, ne saurait être engagée au-delà du montant de cette étude.

³ Même si ces effets peuvent conduire à des pertes de matériels dont le remplacement est difficile ou coûteux, ou dont l'arrêt entraîne une interruption d'activité.

4. REFERENTIEL

4.1. Réglementaire

- [1] Arrêté du 4 octobre 2010 modifié,
- [2] Circulaire du 24 avril 2008 de l'arrêté du 15 janvier 2008.

4.2. Normatif

- [3] NF EN 62305-1, juin 2006, Protection contre la foudre, partie 1 : principes généraux,
- [4] NF EN 62305-2, novembre 2006, Protection contre la foudre, partie 1 : évaluation du risque,
- [5] NF EN 62305-3, décembre 2006, Protection contre la foudre, Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains,
- [6] NF EN 62305-4, décembre 2006, Protection contre la foudre, Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures,
- [7] C 15-443, août 2004, Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique, choix et installation des parafoudres,
- [8] NF C 15-100, décembre 2002, Installations électriques à basse tension,
- [9] NF C 17- 102, septembre 2011, protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage,
- [10] NF EN 62561-1, août 2017, Composants de Protection contre la foudre, partie 1 : prescriptions pour les composants de connexion,
- [11] NF EN 62561-2, décembre 2016, Composants de Protection contre la foudre, partie 2 : caractéristiques des conducteurs et des électrodes de terre,
- [12] NF EN 62561-4, décembre 2017, Composants de Protection contre la foudre, partie 4 : exigences pour les fixations de conducteur,
- [13] NF EN 61643-11, mai 2014, Parafoudres basse tension, partie 11 : parafoudres connectés aux systèmes basse tension – Exigences et méthodes d'essai,
- [14] Amendement A11 NF EN 61643-11, mars 2018,
- [15] NF EN 61643-21, novembre 2001, Parafoudres basse tension, partie 21 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais,
- [16] Amendement A1 NF EN 61643-21, juin 2009,
- [17] Amendement A2 NF EN 61643-21, juillet 2013,
- [18] IEC 61643-12, mai 2020, Parafoudres à basse tension, partie 12 : Parafoudres connectés aux réseaux à basse tension – Principes de choix et de mise en oeuvre,

4.3. ORECO

- [19] Plan de masse site de BELLEVUE 2, BV20081134, 26/08/20,
- [20] Plan de masse ensemble des 2 sites, Archixo, 26/08/20,
- [21] Plans de coupe d'un chai type, Archixo, 10/09/20,
- [22] Plans de façades chai du futur, Archixo, 10/09/20,
- [23] Zonage des atmosphères explosives : Dépotage/remplissage des fûts, réf. SIG-ATEX-FUT-V02, 04/05/2015,

4.4. Autres

- [24] Directive ATEX 1999/92/CE.

Première partie

ANALYSE DU RISQUE Foudre

5. IDENTIFICATION DES RISQUES

Seuls les cas qui peuvent être en lien avec la foudre sont étudiés.

5.1. Evénements initiateurs

La foudre est un phénomène violent et fortement énergétique à l'impact. La foudre est le meilleur générateur de courant qui puisse exister : le courant de foudre passe quelque soit la résistance du chemin emprunté. Le chemin préférentiel est celui qui présente le moins d'impédance. Il est divisé selon la multitude des chemins possibles et selon la valeur relative de l'impédance de chacun.

A l'impact sur des installations, la foudre peut :

- perforer ou échauffer des matériaux conducteurs,
- faire exploser (par vaporisation de l'eau contenue) des matériaux diélectriques,
- faire exploser ou enflammer des produits inflammables.

Indirectement les courants de foudre qui s'écoulent et les courants collectés par induction électromagnétique peuvent générer des perturbations destructrices.

Les effets de la foudre présentent donc des risques de toute nature dont les conséquences peuvent se placer sur une échelle de gravité très étendue. L'étude de ces risques permet de déterminer les actions à entreprendre pour les minimiser à la source.

Les facteurs déclenchants sont liés aux effets de la foudre sur les installations ou les systèmes, voir § 7.9.

Les facteurs aggravants sont liés aux dangers des produits ou des process en regard des risques provoqués par les facteurs déclenchants.



Cette étude envisage les conséquences qui résulteraient des impacts de la foudre et les interactions directes et indirectes qui résulteraient des courants de foudre en fonction des cheminements possibles.

6. METHODE D'EVALUATION DU RISQUE Foudre

6.1. Evaluation probabiliste du besoin de protection

Les risques de dommages causés par la foudre sont calculés et comparés à un risque dit acceptable. La norme propose un calcul de risque de perte de vie humaine suite à un foudroiement sur ou à proximité d'un bâtiment et des lignes connectées à ce dernier. Ce calcul intègre le risque sur l'environnement (pollution, contamination). Il est évalué à partir de l'activité orageuse locale, de la configuration des structures et de la gravité des dommages.

L'analyse consiste à calculer le risque de type perte humaine $R1^4$, seul risque à étudier dans le cadre réglementaire de l'arrêté [1]. La valeur du risque limite R_T est celle proposée par la norme [4] c'est-à-dire 1.10^{-5} dommage par an.

Le risque est défini comme la valeur de la perte annuelle moyenne probable (personnes et biens) due à un événement dangereux (la foudre), par rapport à la valeur totale (personnes et biens) de l'installation à protéger.

Le risque total calculé $R1$ est la somme de composantes du risque (risques partiels : $R_a, R_b, R_c, R_m, R_u, R_v, R_w, R_z$ qui dépendent de la source et du type de dommage - voir description en annexe § 18.4). $R1$ doit être $< R_T$ (10^{-5}) valeur tolérable maximale.

Lorsque le risque calculé sans protection particulière contre la foudre est supérieur au risque acceptable des solutions de protection sont introduites par itérations jusqu'à la réduction du risque en dessous de la valeur acceptable.

Cette méthode probabiliste permet d'évaluer l'efficacité de différentes solutions afin d'optimiser la protection. Le résultat obtenu fournit le niveau de protection (NPF) à mettre en œuvre à l'aide d'IEPF (paratonnerres par exemple), d'IIPF (parafoudres par exemple) ou de dispositifs équivalents⁵.

6.2. Evaluation déterministe du besoin de protection

La méthode déterministe selon la NF EN 62305-2 [4] consiste à décider de protéger une installation sans prendre en compte l'occurrence de l'événement foudre.

Également, lorsque la défaillance d'un équipement ne conduit pas systématiquement à une situation sûre (perte de la sécurité d'un système).

Pour les Equipements Important Pour la Sécurité (IPS), au-delà des consignes d'exploitation, des vérifications périodiques et des contrôles réglementaires que l'Exploitant organise, sous sa responsabilité, pour garantir le bon fonctionnement d'un équipement IPS, dans le cadre de l'analyse du risque foudre la méthode déterministe est appliquée afin de définir la nécessité d'un maintien de sa continuité de service en cas d'une agression foudre (cas d'une fonction redondée ou non par exemple).

Ces équipements doivent être protégés contre les effets de la foudre dans la mesure où ils participent à la maîtrise de réduction des risques (MMR). Ils ne présentent pas une architecture que l'on puisse traiter par le calcul probabiliste. Nous leur appliquerons une protection d'un niveau

⁴ NF EN 62305-2 [4], §421, R1 perte de vie humaine, R2 perte de service public, R3 perte d'héritage culturel, R4 perte de valeurs économiques. Seul le risque de perte de vie humaine (R1) est exigible pour répondre à l'arrêté.

⁵ NF EN 62305-3 [5], § 623 et 625 : « les lignes connectées à la structure à protéger doivent être équipotentiel à la structure ». Le SPF réduit les dommages physiques et le parafoudre les défaillances des réseaux internes, les deux sont conçus avec le même niveau minimal de protection (NPF). Dès qu'un SPF est nécessaire les deux dispositifs contre les effets directs et contre les effets indirects (au niveau des entrées) doivent être mis en place.

calqué sur celui des entités dans lesquelles ils sont situées. En cas d'absence de définition du niveau, le niveau le plus faible est retenu, soit un NPF=IV.

Pour les équipements IPS retenus par l'exploitant, l'ARF précisera :

- leur sensibilité effective aux agressions dues à la foudre,
- si besoin, le niveau de protection des dispositifs à mettre en place pour chacun d'eux.

7. HYPOTHESES

Les paramètres principaux qui interviennent dans l'analyse du risque foudre suivant la norme NF EN 62305-2 [4] sont présentés en annexe § 19.1. Les hypothèses suivantes sont retenues :

7.1. Densité de foudroisement

La densité de foudroisement choisie est issue des statistiques de foudroisement issues des services METEORAGE pour la commune de Châteaubernard :

- 9 j d'orages par an,
- 0,92 impacts/km²/an,

Les données Météorage détaillées sont données en annexe § 19.2.

7.2. Surface équivalente d'exposition à la foudre.

La surface de capture de la structure est calculée conformément à la norme. Elle représente le cumul :

- de sa surface propre au sol,
- d'une bande complémentaire périphérique d'une largeur égale à trois fois sa hauteur (situation isolée).

7.3. Résistivité du terrain

La nature du sol par sa résistivité influe sur le niveau de perturbation conduite sur les lignes externes entrantes ou sortantes dans les zones dangereuses ou les liaisons entre équipements. Cette valeur est utilisée dans le calcul de l'ARF. La valeur au-delà de laquelle il n'y a guère d'influence est de 500 Ω .m, nous retiendrons cette valeur.

7.4. Minimisation du risque d'incendie

L'évaluation initiale du risque est réalisée volontairement sans dispositif particulier de lutte contre l'incendie. Le paramètre : « pas de protection » est choisi.

Lors du calcul itératif en cas de valeur de risque trop élevée, on introduit selon les cas les moyens existants suivants :

- présence d'extincteurs adaptés aux matières inflammables. Paramètre : « manuel »
- présence de dispositif d'extinction automatique⁶ et/ou de détection incendie avec intervention des pompiers en moins de 10 minutes. Paramètre : « automatique ».

Les chais seront équipés d'un réseau sprinkler avec démarrage automatique des groupes sur détection incendie. Pour le facteur de réduction du risque d'incendie dans les calculs ARF, nous appliquerons des moyens de lutte incendie automatiques.

⁶ Dans ce cas le système utilisé doit être protégé contre les effets de la foudre.

7.5. Risque d'explosion

D'après la définition des zones ATEX dans l'étude ORECO [23] : on peut considérer qu'en période de stockage l'ensemble du chai ne présente qu'une zone ATEX de type 2 (accidentelle) pouvant être due à un débordement, une fuite ou une rupture de fût limité à un rayon de 0,6 m autour du fût. De plus, une zone ATEX de type 1 est considérée dans un rayon de 0,3 m autour de la bonde pouvant apparaître lors d'opération de remplissage/dépotage.

Le ciel des tonneaux présente une zone de type 0, étant cependant confiné à l'intérieur des fûts et donc non-impactable directement, elle ne sera pas considérée vis-à-vis de l'ARF.

Nous considérerons deux zones d'étude ARF :

- une zone de stockage (zone n°1) avec un risque d'incendie élevé permanent liée à l'activité de stockage conformément à la NF EN 62305-2 [4] (les zones ATEX de type 1 et 2 sont déclassées en risque d'incendie élevé),
- une zone de remplissage dépotage (zone n°2) avec un risque d'explosion pour lequel une évaluation plus détaillée tenant compte de la durée de présence de personnes en zone dangereuse est prise en compte. La durée annuelle des opérations de remplissage/dépotage d'un chai est estimée à 50h/an. Nous considérons donc une zone n°2 avec un risque d'explosion d'une durée de 50 h/an.

7.6. Câbles de télécommunication

Dans l'ARF, sont considérées les lignes téléphoniques et de télésignalisation (diffusion d'ordres informatique). Le (ou les) câble qui achemine ces services constitue un vecteur entrant dont l'ensemble des conducteurs doit, logiquement, faire l'objet d'une protection.

Cependant il faut noter que la multitude des conducteurs contenus dans un câble de télécommunication fait que le courant d'agression est divisé par le nombre de conducteurs en présence. Selon la capacité du câble, le courant résultant peut ne pas être en mesure de provoquer un effet aggravant⁷ (augmentation d'un risque d'incendie dans les zones étudiées).

7.7. Chemins de câbles

Les chemins de câbles seront avec MALT par câblette d'accompagnement (RDM).

7.8. Canalisations

Les canalisations métalliques des fluides en entrée – sortie du bâtiment, y compris les gaines de ventilation, seront mises à la terre et connectées au RDM, à leur point de pénétration dans les bâtiments.

7.9. Conséquences possibles d'une agression foudre

Dans le cas des chais de stockage, la foudre peut provoquer un désordre par les facteurs déclenchants (FD) ci-après⁸ :

⁷ Par exemple pour un NPF=III : 50 kA sur 96 paires n'engendre que 255 A. L'option d'une protection complète ou partielle est à définir par l'étude technique selon la capacité du câble qui achemine les services.

⁸ La NF EN 62305-1 [3], détermine de nombreux dommages (annexe D4) dus à la foudre qui sont pris en compte au titre de l'ARF, les FD déterminés dans cette étude sont plus spécifiques aux installations rencontrées.

FD1	Inflammation ou explosion de vapeur d'alcool
	<p>Ce cas peut arriver par impact direct ou cheminement du canal de foudre au travers une nappe d'alcool ou de vapeurs suffisamment concentrées dans un volume de vapeur, créant ainsi une ignition.</p> <p>Il est aggravant dans toutes les zones explosibles ATEX 1 ou 2. Les zones 0 sont confinées dans les ciels gazeux.</p>
FD2	Réalisation de points chauds à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques
	<p>Ce cas peut arriver à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques. A cet endroit (sur quelques cm) la température est telle qu'elle entraîne une fusion du métal en présence. La durée d'activation est courte, quelques secondes.</p> <p>Il est aggravant si le point chaud fait tomber des particules en fusion vers des zones explosibles.</p> <p>Il est aggravant pour toutes les cuves ou les conduites dont l'épaisseur est inférieure à 4 mm (acier) et dans toutes les zones explosibles ATEX 1 ou 2</p>
FD3	Étincelage résultant de différences de potentiels d'éléments de structure entre eux
	<p>Ce cas peut intervenir si les structures d'écoulement du courant de foudre capté et les structures métalliques proches qui sont au potentiel de la terre, sont à une distance inférieure à la distance de sécurité⁹. Il peut arriver, en tout point d'un bâtiment entre une structure métallique de charpente impactée non mise à la masse et tout élément métallique proche mis à la terre comme les cuves ou les racks.</p> <p>Il est aggravant s'il intervient dans toute zone explosible ATEX 1 ou 2 et s'il détruit un équipement critique.</p>
FD4	Percement de conteneur ou de canalisation
	<p>Ce cas peut intervenir en cas d'impact direct sur une conduite métallique ou une cuve dont l'épaisseur n'est pas suffisante pour résister à la fusion locale.</p> <p>Il est aggravant pour toutes les cuves ou les conduites dont l'épaisseur est inférieure à 4 mm.</p>
FD5	Incendie ou destruction des structures d'un bâtiment
	<p>Ce cas peut se produire par explosion à l'impact des matériaux non conducteurs utilisés dans la structure ou par incendie des matériaux constitutifs sur courant de suite. Il est aggravant dans le cas de structures entièrement construites avec des pierres, du bois (voliges).</p>
FD6	Coup direct sur des éléments externes aux structures de bâtiment
	<p>Cela concerne les luminaires d'éclairage disposés en extérieur et en hauteur.</p> <p>Ce cas peut être aggravant si la collecte du courant de foudre vient à détruire un équipement IPS ou conduire à étincelage en zone explosible.</p>
FD7	Surtensions électriques par effets directs ou indirects
	<p>Ce cas peut intervenir en cas de circuits électriques exposés comme les lignes aériennes ou ceux présentant des boucles importantes de capture du champ électromagnétique rayonné par la foudre.</p> <p>Il peut intervenir également en cas de différences de potentiel de terre sur un impact de foudre proche.</p> <p>Il est aggravant pour les équipements qui contribuent à la sécurité du site. Il l'est surtout dans le cas de claquages ou courts-circuits qui interviendraient dans une zone explosible.</p>

⁹ Appelée également distance de séparation.

FD8	Effets sur les personnes
	<p>Ce cas peut intervenir en cas de coup direct ou de tension de pas ou de toucher, d'une personne exposée au voisinage d'une structure impactée.</p> <p>Ce cas n'est pas lié aux effets sur l'environnement mais à un impact direct à proximité. Il n'est pas aggravant dans le cas du chai sauf pour une personne située sur sa couverture.</p>

8. EVALUATION PROBABILISTE

8.1. Dangers

Les dangers liés aux produits et à leur mise en œuvre dans les chais de stockage sont :

Produit	Potentiels de danger	Localisation
ALCOOL	Incendie	Secteur de stockage des EDV pour vieillissement (barriques) Aires de réception et expédition des eaux-de-vie.
	Explosion	
	Epanchage	

Effets possibles de la foudre par rapport aux potentiels de danger :

Potentiels de danger	Facteur déclenchant ¹⁰	Effet possible de la foudre
Incendie	FD1, FD3, FD5, FD7.	Oui. La foudre peut être source d'incendie. FD1 sur nappe accidentelle FD3 entre charpente métallique et rack de stockage FD5 sur les charpentes FD7 sur les tableaux électriques
Explosion	FD1, FD3, FD7.	Oui. La foudre peut être source d'explosion. FD1 sur nappe accidentelle FD3 entre charpente métallique et rack de stockage FD7 sur les tableaux électriques
Pollution eaux/sols	FD4, FD5	Non. La foudre ne peut pas provoquer de rupture de confinement de dispositifs à l'abri des coups directs ¹¹ . De plus l'existence de systèmes de rétention (fosse d'extinction, bassin étanche) empêche un tel effet. Les éléments de rétention sont en partie basse de la structure.

Les potentiels de danger qui n'entraînent pas d'effet de la foudre sont grisés. Ils ne sont plus mentionnés dans la suite de l'étude.

8.2. Conséquences pour l'environnement

Aucun scénario d'accident ne constitue un danger pour l'environnement au sens de la norme [4], qui ne considère que l'émission de substances biologiques, chimiques et/ou radioactives, à l'intérieur et/ou en dehors du bâtiment ou du site étudié.

¹⁰ Voir § 6.9.

¹¹ Les aires de dépotage sont sous auvent.

8.3. Structures potentiellement dangereuses

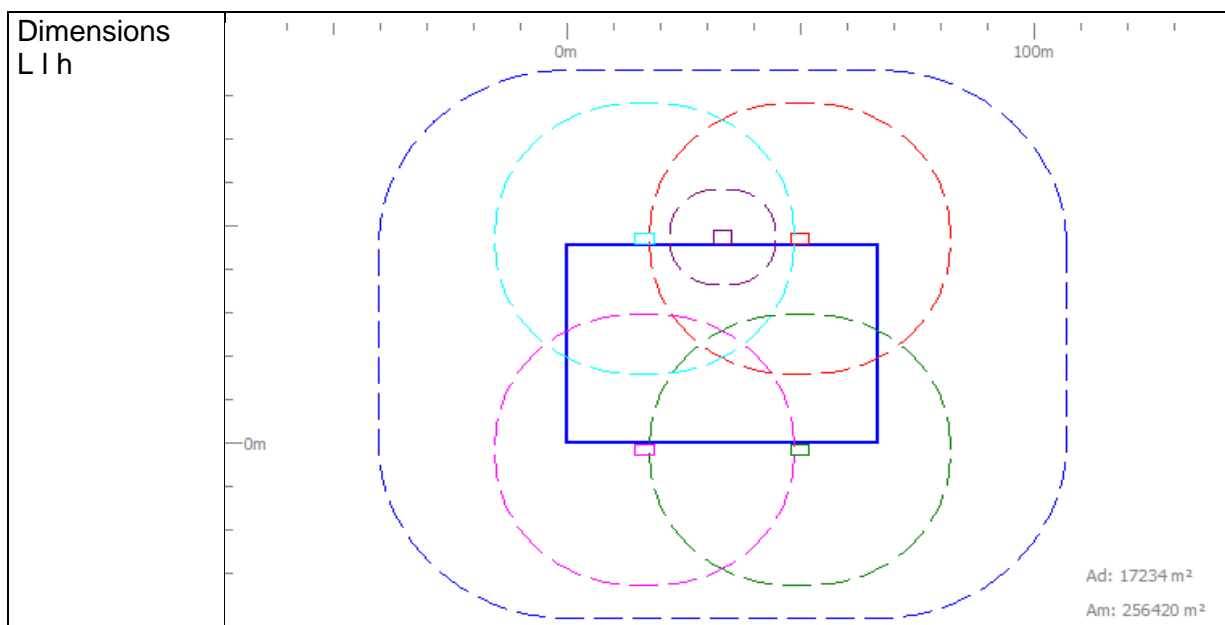
Les structures qui peuvent libérer un danger potentiel seront les barriques contenant de l'alcool.

8.4. Analyse du risque foudre

Le logiciel DEHN Risk Tool version 3.150 est utilisé pour le calcul du risque foudre. La présentation détaillée des paramètres qui interviennent dans le calcul est donnée en annexe.

Les paramètres ci-dessous précisent ou complètent les hypothèses retenues pour les installations (cf § 7).

8.4.1. Chai C16



Nom	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	X	Y
Chai C16	66,89	45,96	13,46	0,00	0,00
Tour 1	4,34	2,62	10,03	47,82	-2,62
Tour 2	4,34	2,62	10,03	47,82	45,96
Tour 3	4,34	2,62	10,03	14,67	45,96
Tour 4	4,34	2,62	10,03	14,67	-2,62
Local Sprinklage	4,14	3,26	3,13	31,37	45,96
Nature bâtiments	Couverture tuiles Charpente métallique Pilier béton Murs en parpaing Local sprinklage entièrement béton Tour d'escaliers entièrement béton sans toiture, escalier métallique				
Situation	La zone de capture périphérique de la foudre (3 x h = 40,38 m) des chais atteint les chais C10 et C15 distant d'une vingtaine de mètres Il est donc considéré comme entouré d'éléments de mêmes hauteurs et plus petits				
Type de sol	Béton				
Dangers	Incendie/Explosion				
Mesure de sécurité	Protection incendie automatique (sprinklage) et moyens manuels (extincteurs)				

8.4.2. Vecteurs des services électriques entrants/sortants

On distingue 2 vecteurs entrants/sortants acheminés par les fourreaux de desserte du chai C16 :

Vecteurs	Type
V1	Alimentation BT armoire électrique du chai C16 depuis le TGBT
V2	Lignes télécommunications depuis centrale d'alarme poste de garde

Ces lignes sont souterraines. La longueur retenue pour chacune d'elles est 700 m, majorant.

8.4.3. Secteurs et zonage foudre

En regroupant les locaux par secteur homogène vis-à-vis du risque incendie et/ou d'explosion et des dangers particuliers, on distingue les ZPF d'étude ARF suivantes :

Secteurs - Activités	Risque	Présence	Vecteurs	Zone ARF
Chai C16				
ZPF1				
Stockage	Incendie élevé	Permanent	V1, V2	Zone n°1
Dépotage/remplissage	Explosion	50h/an ¹²	Aucun	Zone n°2

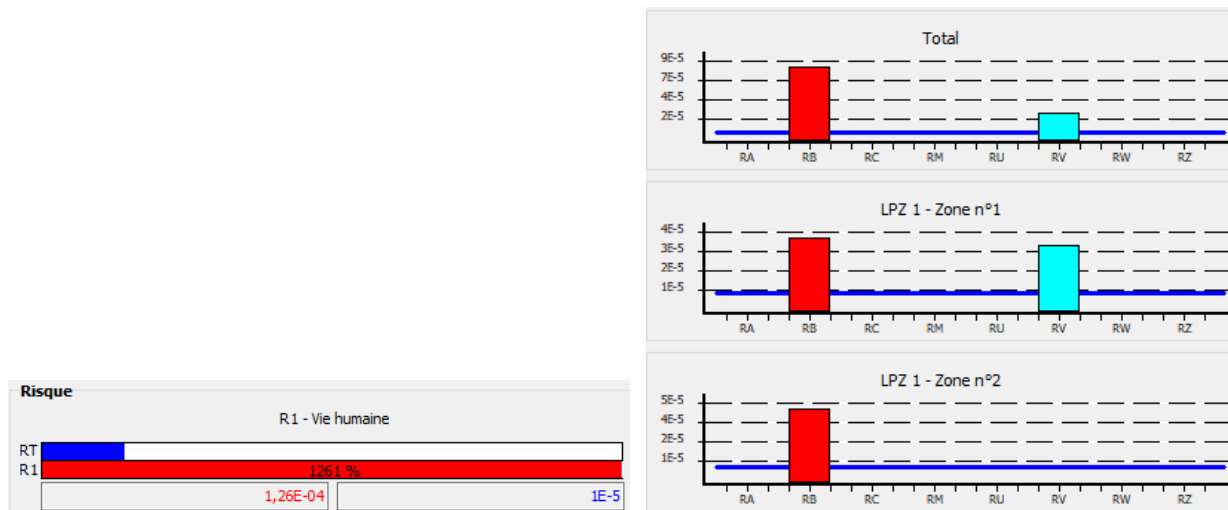
Notons que le personnel sera formé aux protocoles d'évacuation du chai, aucun risque de panique n'est considéré.

¹² Estimatif défini avec ORECO, correspondant au temps de dépotage/remplissage sur une année, le cas majorant est retenu.

8.5. Evaluation probabiliste du risque foudre

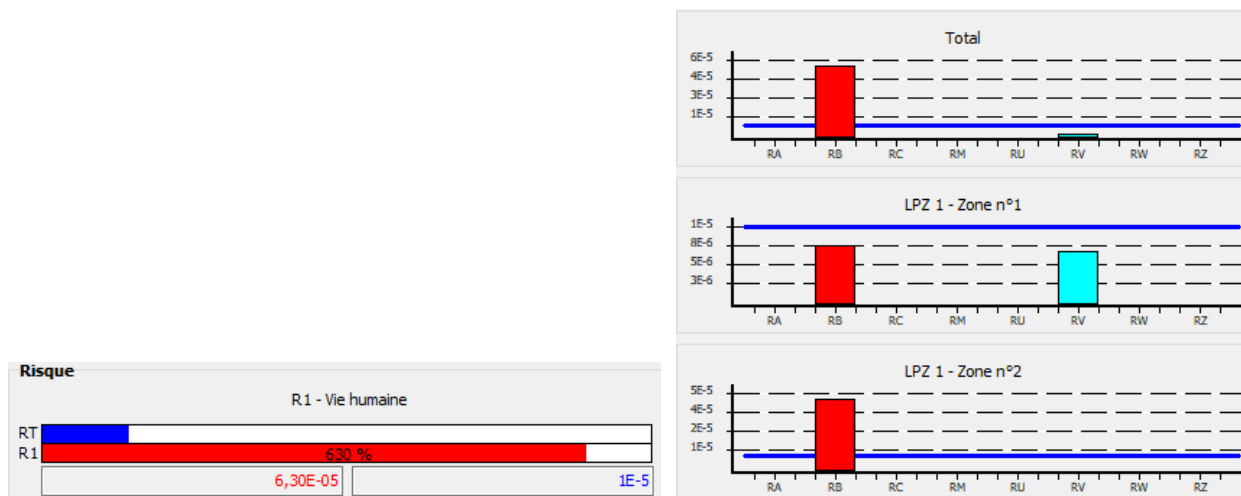
8.5.1. Chai C16

Les niveaux des risques élémentaires et du risque total sont donnés ci-dessous :



$R1 = 12,61 \cdot 10^{-5} > R_T$ Le niveau de risque n'est pas acceptable

Intégration d'une protection incendie automatique dans les chais de stockage (zone ARF n°1) :

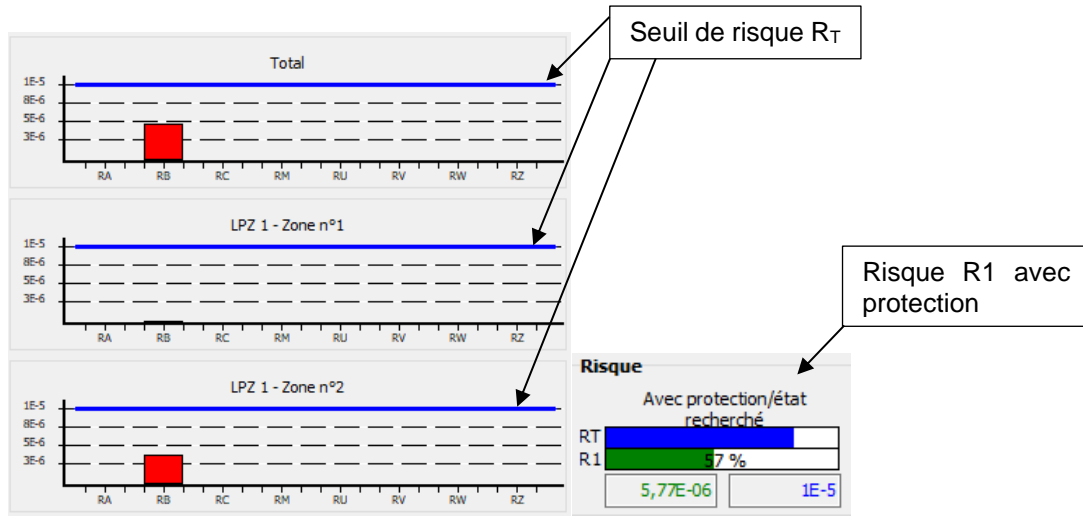


$R1 = 6,3 \cdot 10^{-5} > R_T$ Le niveau de risque reste non acceptable.

Le chai doit être protégé contre la foudre.

Les mesures de protection complémentaires pour rendre le risque acceptable sont :

- Mise en place d'un SPF et d'une liaison équipotentielle foudre de niveau III sur les services entrants :



$$R1 = 0,57 \cdot 10^{-5} < R_T$$

Les données détaillées du calcul sont données en annexe § 19.4.

9. EVALUATION DETERMINISTE DU BESOIN DE PROTECTION

9.1. *Systèmes de contrôle commande de processus critiques*

Il n'y a pas de système de contrôle commande dont une détérioration peut provoquer un incident grave.

9.2. *Equipements critiques sensibles*

Seul le réseau anti-incendie est recensé comme important pour la sécurité.

Les installations de sprinklage à l'entrée des chais seront des équipements hydrauliques non-sensibles à la foudre. Cependant, les groupes motopompes qui alimenteront ces installations seront alimentés par batteries. Ces batteries et le chargeur qui les alimentent sont sensibles aux effets de la foudre. Leur défaillance entrainerait la non-possibilité de démarrer les groupes et conduirait donc à une mise en danger des installations. De façon déterministe, ils devront être protégés contre les surtensions.

De plus, la centrale d'alarme incendie qui sera disposée au poste de garde, très sensible aux surtensions de par l'électronique qu'elle comporte, devra également être protégée contre les surtensions au niveau de son alimentation notamment afin de pouvoir visualiser les défauts en cas d'alarme.

L'étude technique foudre devra définir les mesures de protection à mettre en œuvre pour protéger ces équipements des effets indirects de la foudre.

9.3. *Evaluation déterministe du besoin de protection*

Equipement critique IPS	Localisation	Effets d'une panne liée à une perturbation conduite sur l'alimentation	Besoin de protéger	Commentaire
Centrale d'alarme générale	Poste de garde	Perte de la fonction. Perte des télésignalisations	Oui	L'absence de cette fonction entraine la non-visibilité des défauts
Groupe Sprinkler	Local source	Perte de la fonction.	Oui	Le fonctionnement du système d'extinction automatique est un paramètre directement intégré dans l'ARF

9.4. *Prévention*

En cas d'épisode orageux il est conseillé, pour diminuer les facteurs de risques sur les personnes (FD8), une interdiction d'accès à la toiture. De plus il convient d'arrêter les opérations de chargement – déchargement en cas de risque d'orage.

Ces consignes peuvent être déclenchées par observation humaine.

10. SYNTHÈSE DU BESOIN DE LUTTE CONTRE LA Foudre

L'ARF a déterminé le besoin de la protection et de la prévention foudre.

Les niveaux à obtenir sont les suivants :

Installations	NPF		
	IEPF	IIPF	Prévention
Chai C16	III	Liaison équipotentielle foudre niv III	Anti-incendie automatique (Sprinkler) et moyens manuels Foudre sur chargement/déchargement des fûts et accès toiture

Les hypothèses utilisées pour l'ARF sont appliquées :

- Equipotentialité des canalisations conductrices à l'entrée des bâtiments,
- Chemins de câbles avec MALT.

Les équipements suivants devront être protégés contre les surtensions :

Equipements	Localisation	NPF
Groupe Sprinkler	Local Source	III
Centrale d'alarme	Poste de garde	III

Deuxième partie

ETUDE TECHNIQUE Foudre

11. CARACTERISTIQUES DU SPF

11.1. Résistance intrinsèque des structures

Avant de mettre en place un dispositif spécifique d'une IEPF, il y a lieu d'examiner si la structure peut résister à un impact de foudre. Les structures sous certaines conditions peuvent être considérées comme composants naturels de capture et d'écoulement, voir ci-dessous :

Tableau 3 – Epaisseur minimale des tôles ou canalisations métalliques des dispositifs de capture

Classe de SPF	Matériau	Epaisseur ^a t mm	Epaisseur ^b t' mm
I à IV	Plomb	–	2,0
	Acier (inoxydable, galvanisé)	4	0,5
	Titane	4	0,5
	Cuivre	5	0,5
	Aluminium	7	0,65
	Zinc	–	0,7

^a t prévient toute perforation.
^b t' uniquement pour les tôles métalliques s'il n'est pas important de prévenir les problèmes de perforation, de points chauds ou d'inflammation.

La NF EN 62305-3 [5] dans son tableau 3 définit une épaisseur minimale de 4 mm pour de l'acier lorsqu'un risque de perforation est à considérer et de 0,5 mm lorsqu'il n'y a pas de risque en cas de perforation, de point chaud ou d'inflammation.

11.2. IEPF

Pour les IEPF, les caractéristiques du système de capture sont définies par la NF EN 62305-3 [5], avec :

NPF	Rayon fictive	sphère	Mailles	Descentes ¹³
IV	60 m		20 x 20 m	20 m
III	45 m		15 x 15 m	15 m
II	30 m		10 x 10 m	10 m
I	20 m		5 x 5 m	10 m

Pour les paratonnerres type PDA, leurs caractéristiques sont définies par leur rayon de protection¹⁴ suivant la NF C 17-102 [9], avec :

NPF	Hauteur ¹⁵ PDA	Rayon avec $\Delta t^{16} = 60\mu s$ (m)	Rayon avec $\Delta t = 25\mu s$ (m)
IV	2 m	63,03	37,28
III	2 m	57,47	33,14
II	2 m	51,32	28,40
I	2 m	46,77	24,75

¹³ Norme NF EN 62305-3 [5], §E.5.3.1 : Distance entre chaque descente à 20% près.

¹⁴ Avec la réduction de 40% des ICPE suivant la circulaire du 15 janvier 2008 [2] et en supposant une hauteur de 2 m (hauteur minimale).

¹⁵ A titre d'exemple, il est considéré une hauteur de 2 m (hauteur minimale).

¹⁶ Δt : efficacité ou avance à l'amorçage.

11.3. IIPF

Pour les IIPF, leurs caractéristiques sont définies par la NF EN 62305-1 [3] et par le guide C 15-443 [7]. La protection réalisera un système global par parafoudres répondant aux caractéristiques suivantes :

NPF	Courant de foudre (I _{max})	I _{imp} (type 1)	I _n (type 2)
III-IV	100 kA	12,5 kA	5 kA
II	150 kA	18,75 kA	10 kA
I	200 kA	25 kA	20 kA

Pour les parafoudres courant fort de type 1 à installer sur l'arrivée électrique d'un chai, le calcul de l'*I_{imp}* suivant s'applique :

***I_{imp}* parafoudre = *I_{imp}* du chemin / n**

I_{imp} du chemin = I_{max} / 2 x m

n = nombre de pôles de la ligne d'alimentation électrique concernée (les pôles inclus les conducteurs du câble = phases + neutre + PE) = 5 (3 Ph + N + PE)

I_{max} = courant de crête max = 100 kA

m = nombre de chemins (comprenant le nombre de lignes d'alimentations électriques ainsi que le nombre de conduites métalliques pénétrant dans la structure). Les conduites métalliques doivent être mises à la terre = 3 (Alimentation BT + Ligne télésignalisation + conduite sprinkler)

I_{imp} du chemin = 100 / 2 x 3 = 16,67 kA

***I_{imp}* parafoudre = 16,67 / 5 = 3,34 kA**

Pour les parafoudres BT courant fort de type 1 à installer en entrée des chais, nous respecterons les exigences de la NF C 15-100 [8] qui impose une valeur minimale d'*I_{imp}* ≥ 12,5 kA. Leur déconnecteur associé sera lui dimensionner afin de supporter un courant de choc foudre en onde 10/350 µs d'au moins 3,34 kA.

Pour les parafoudres courant fort de type 2, nous respecterons les exigences de la NF EN 62305-1 [3], soit I_n ≥ 5 kA.

Si des parafoudres de type 3 sont à installer en cascade des parafoudres de type 2, ils devront posséder un I_n ≥ 1 kA.

12. EXPERTISE DES PROTECTIONS

12.1. Résistance intrinsèque des structures

Avant de mettre en place un dispositif spécifique d'une IEPF, il y a lieu d'examiner si la structure peut résister à un impact de foudre. Suivant la norme NF EN 62305-3 [5], les éléments métalliques de structure sont utilisables pour un système de protection foudre, avec les conditions suivantes :

Les parties suivantes de structures peuvent être considérées comme dispositifs de capture naturels :

a) *les tôles métalliques recouvrant la structure à protéger sous réserve que :*

- *la continuité électrique entre les différentes parties soit réalisée...*
- *l'épaisseur des tôles métalliques ne soit pas inférieure à...*

Tableau 3, épaisseur minimale des tôles :

Acier 4 mm, Cu 5 mm, Al 7 mm (pas de perforation)

Acier 0,5 mm, Cu 0,5 mm, Al 0,65 mm (perforation possible)

b) *les éléments métalliques de construction du toit (fermes, armatures d'acier interconnectées) recouvert de matériaux non métalliques, à condition que ces derniers puissent être exclus de la structure à protéger.*

Les éléments suivants de structures peuvent être considérés comme des descentes naturelles :

a) *les installations métalliques à condition que :*

- *la continuité électrique entre les différents éléments soit réalisée....*
- *leurs dimensions soient au moins égales à celles qui sont spécifiées pour les descentes normales...*

b) *L'ossature métallique de la structure présentant une continuité électrique.*

Les caractéristiques des chais sont les suivantes :

Toiture (capture)	Charpente (capture)	Pilier (descente)	Commentaire
Tuile, skydomes Couverture métallique (dalle acier ep = 0,75 mm)	Métallique	Béton	Adapté pour la capture Non-adapté pour l'écoulement

Les caractéristiques des tours d'escalier et du local sprinklage sont les suivantes :

Toiture (capture)	Charpente (capture)	Pilier (descente)	Commentaire
Tour (sans) Local sprinklage (entièrement béton)	Béton	Béton	Non-adapté pour la capture Non-adapté pour l'écoulement

13. DEFINITION DU SPF

13.1. IEPF

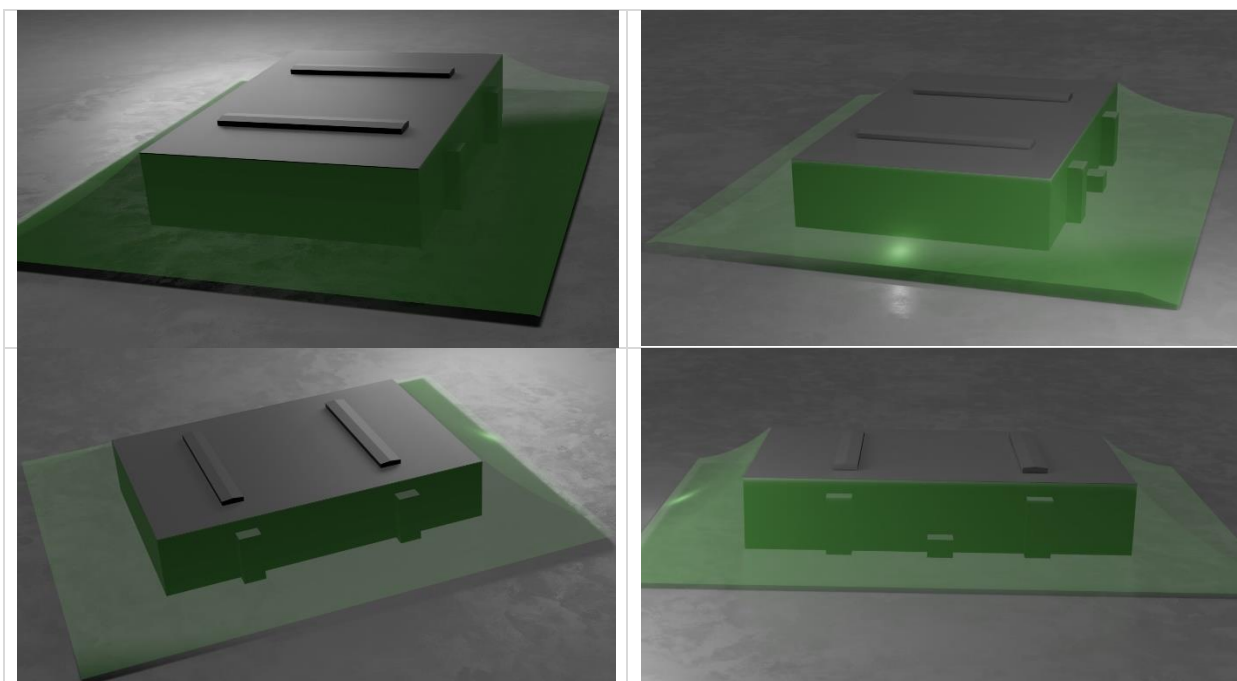
Dans cette partie, nous traiterons que des équipements de protections contre les effets directs de la foudre. Nous nous calquerons sur les mesures de protection appliquées pour des chais existants sur le site de Bellevue.

13.1.1. Capture

La structure des chais peut être utilisée comme dispositif naturel de capture. La toiture des bâtiments est adaptée à un coup direct de foudre. La charpente métallique, de par sa construction, forme des mailles respectant largement les caractéristiques requises, voir § 11.2. Notons que les skydomes et les tuiles ne posséderont pas les caractéristiques naturelles de capture, ils n'apportent pas un danger particulier en cas de choc foudre et sont exclus de la structure à protéger. La couverture métallique possèdera les caractéristiques de résistance naturelle avec risque de perforation, voir § 11.1. La charpente disposée au-dessous, en acier d'épaisseur > 4 mm, formera un maillage naturel supérieur à 5 x 5 m correspondant à un NPF I, voir § 11.2. L'ensemble est donc majorant.

Les tours d'escalier et le local sprinklage entièrement en béton situés au nord et au sud du chai ne posséderont pas les caractéristiques de résistance naturelle.

Nous avons appliqué la méthode de la sphère fictive (rayon = 45m) afin de vérifier la zone de couverture du chai d'hauteur plus élevée, voir ci-dessous :



Les images ci-dessus montrent que le chai permet de couvrir l'ensemble des tours et le local sprinklage. Aucun dispositif de capture supplémentaire n'est donc nécessaire pour ces bâtiments.

13.1.2. Ecoulement

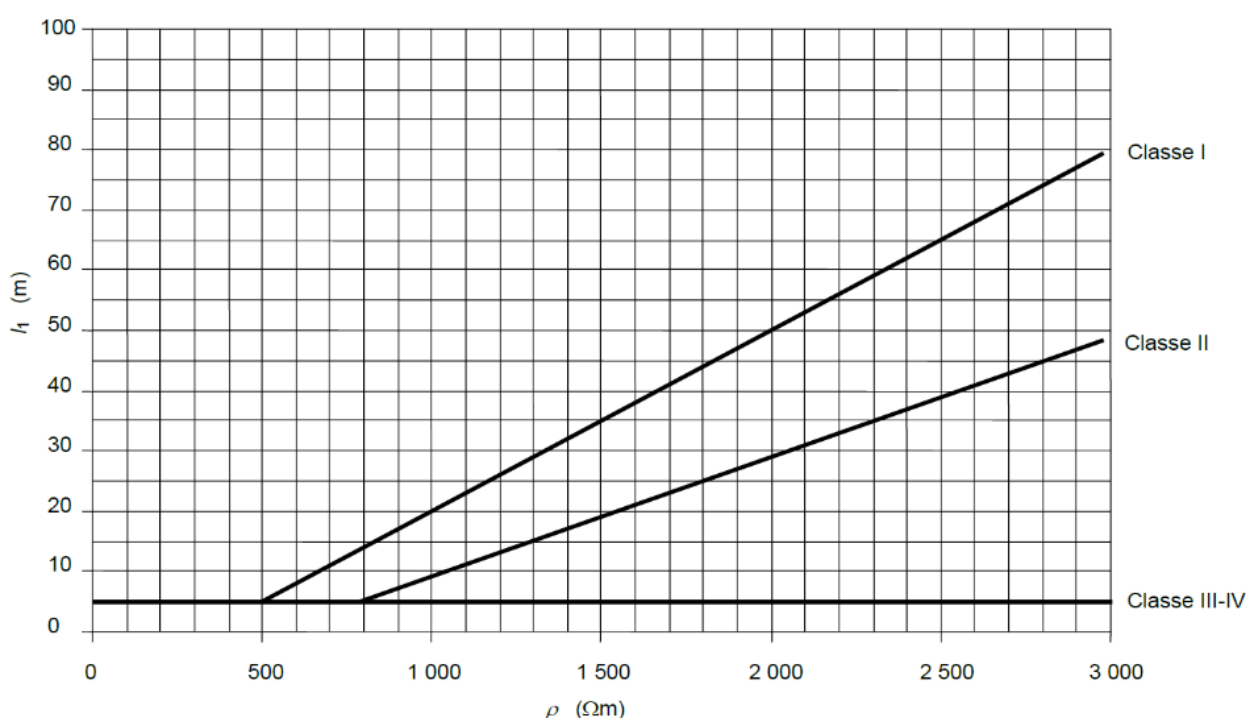
Les piliers des chais seront en béton et ne seront pas adaptés pour l'écoulement du courant de foudre jusqu'à la PDT. Des conducteurs de descente seront disposés au niveau de plusieurs piliers béton (tous les 15 m \pm 20 %). Ils interconnecteront d'une part la charpente métallique par

l'intermédiaire d'une pièce de raccordement, voir § 16.3, et d'autre part une BDT, voir § 16.13, qui sera disposée en partie basse des piliers et qui interconnectera la PDT.

Un point important est de s'assurer de la réelle continuité entre la couverture et la charpente métallique et de s'assurer de la bonne mise à la terre de l'ensemble. Conformément à la NF EN 62305-3 [5], il est impératif que la continuité soit effective de façon durable. Les fixations par soudage, vissage ou boulonnage prévues répondent au besoin¹⁷. L'ensemble sera suffisant.

La mise à la terre des dispositifs de protection contre la foudre du chai, détaillés précédemment, sera réalisée au moyen d'une PDT de type B fond de fouille (FDF), idéalement en cuivre de section 50 mm², respectant les exigences de la NF EN 62305-3 [5]. Cette prise de terre sera, de préférence, disposée à au moins 50 cm de profondeur et à au moins 1 m à l'extérieur des murs

Conformément à la NF EN 62305-3 [5], le rayon géométrique de l'ensemble boucle à fond de fouille ne doit pas être inférieur aux valeurs données à la figure 3 ci-après :



Pour un niveau de protection III, la valeur l_1 n'a guère d'influence par rapport à la résistivité du terrain. La longueur minimale est de 5 m. Au vu des dimensions de l'ensemble des bâtiments, le rayon géométrique de la boucle à fond de fouille est bien supérieur à 5 m.

La mise à la terre de l'ensemble sera constituée d'une boucle à fond de fouille au moyen d'un conducteur de terre, voir § 16.4, cheminant entièrement en enterrée sur toute la périphérie du chai.

La traversée du radier pour atteindre les BDT disposées sur les piliers (interconnexion PDT avec descente foudre) sera réalisée par l'intermédiaire de bornes de connexion, voir § 16.8, et d'un conducteur foudre en acier, voir § 16.6, intégrées dans la dalle radier. Le conducteur sera disposé dans la dalle radier et interconnectera une borne de connexion côté PDT et une autre côté massif par l'intermédiaire d'une pièce de raccordement, voir § 16.11.

¹⁷ NF EN 62305-3 [3] §5.5.2 : Le nombre des raccords d'un conducteur doit être réduit au minimum. Les raccords doivent être fixés par brasage, soudage, sertissage, vissage ou boulonnage.

Le ferrillage du radier sera interconnecté directement sur les bornes de connexion au moyen de pièce de raccordement, voir § 16.9, cela permettra d'améliorer la PDT du chai.

Le raccordement de la PDT aux bornes de connexion disposées dans le radier et le raccordement des BDT avec les bornes de connexion disposées sur les massifs seront réalisées par un conducteur de terre, voir § 16.4, et par l'intermédiaire d'une pièce de raccordement en acier inoxydable, voir § 16.10.

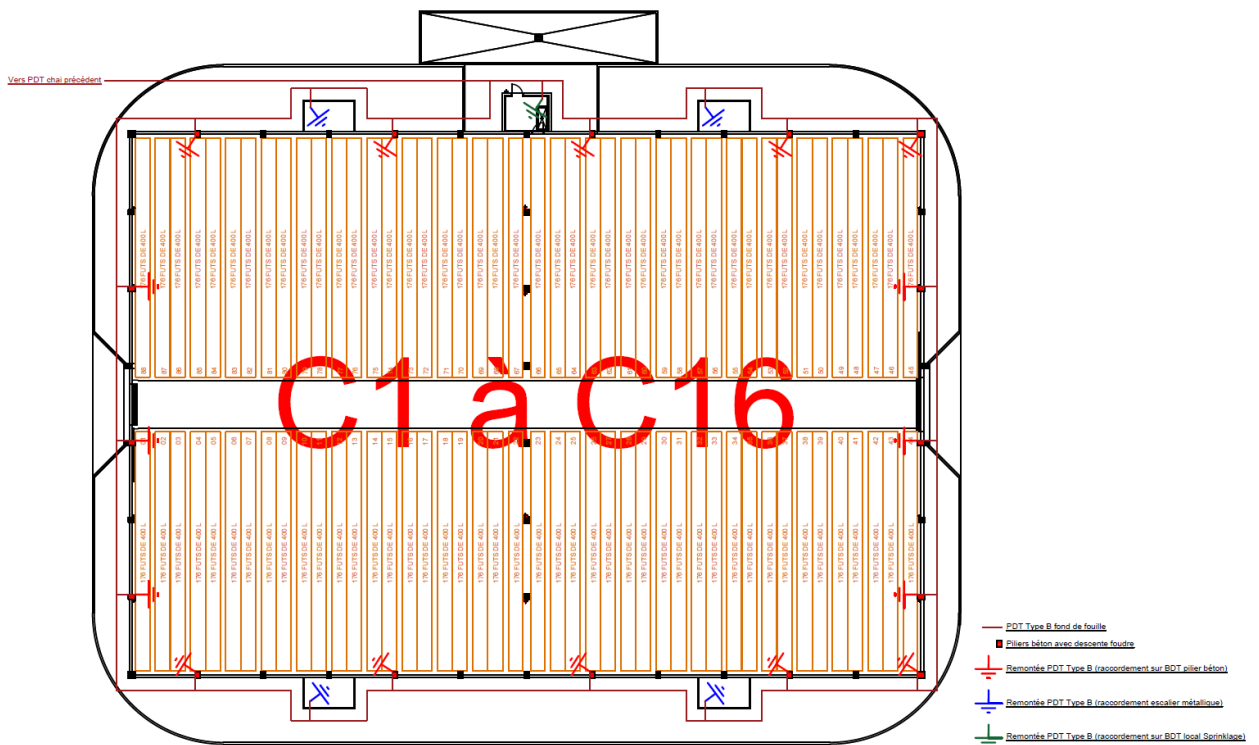
Les remontées du fond de fouille au niveau des BDT des massifs devront être visibles et suffisamment espacées des massifs afin de pouvoir effectuer des mesures de résistance électrique au moyen d'une pince de terre.

Une remontée de la PDT sera également réalisée au niveau du local sprinklage sur une BDT, voir § 16.13. Cette BDT sera utilisée pour la mise à la terre des équipements internes. La remontée se fera de la même manière que celles détaillées précédemment.

Les escaliers disposés à l'intérieur des tours seront également chacun raccordé à la PDT en un point, soit par soudure aluminothermique soit par l'intermédiaire d'une cosse ou d'une pièce de raccordement

La visserie de raccordement utilisée sera idéalement en acier inoxydable.

L'implantation des piliers concernés ainsi que des remontées de la PDT sont données ci-dessous :



Le plan est disponible en Annexe § 19.5.

13.1.3. Equipotentialité

L'équipotentialité du site sera basée sur l'interconnexion de toutes les masses métalliques internes au réseau de terre (RDT) et des PDT de chaque chai entre-eux. Compte tenu des hypothèses prises pour l'ARF et afin d'éviter des étincelages possibles les masses métalliques internes aux chais (en plus des éléments énoncés précédemment) suivantes seront raccordées au RDM :

- Les racks métalliques supportant les barriques,
- Les conduites sprinklers en entrée de chai et du local sprinklage.

Ces mises en équipotentialité seront réalisées par l'intermédiaire de collier de raccordement et de conducteur d'équipotentialité, voir § 16.7 et 16.12.

Les chemins de câbles seront accompagnés par des câbles de 16 mm², suivant la norme NF EN 61537. Les équipements sprinklers seront raccordés au RDT.

Les PDT de chacun des chais devront être interconnectées entre-elles par l'intermédiaire d'un conducteur identique aux PDT, voir § 16.4. L'interconnexion se fera dans un regard de visite et devra être visible, accessible et déconnectable sans contrainte particulière.

13.1.4. Distances de séparation

Un point important est de déterminer la distance de séparation¹⁸ du SPF par rapport aux équipements ou masses métalliques se trouvant à proximité. Cette distance doit être respectée afin de ne pas créer d'étincelage aggravant à cet emplacement. Elle est calculée en un point, selon le nombre de conducteur de descente et le type de PDT. Elle accroît selon la longueur du conducteur de descente.

Lorsque la distance réelle est plus faible que celle calculée, les équipements doivent être éloignés ou bien une liaison équipotentielle doit être créée.

Nous l'avons calculé à l'aide du logiciel DEHNSupport version 3.150 en considérant un maillage de 5 x 5 m en toiture (majorant), une disposition de PDT de type B et un NPF=III, voir § 19.6.

Un éloignement de la descente ou une liaison équipotentielle devra être réalisé avec chaque équipement métallique et câble électrique ne respectant pas la distance de séparation. Si des liaisons équipotentielles sont créées, elles seront réalisées à l'aide du même type de conducteur que la descente ou d'un conducteur d'équipotentialité, voir § 16.7.

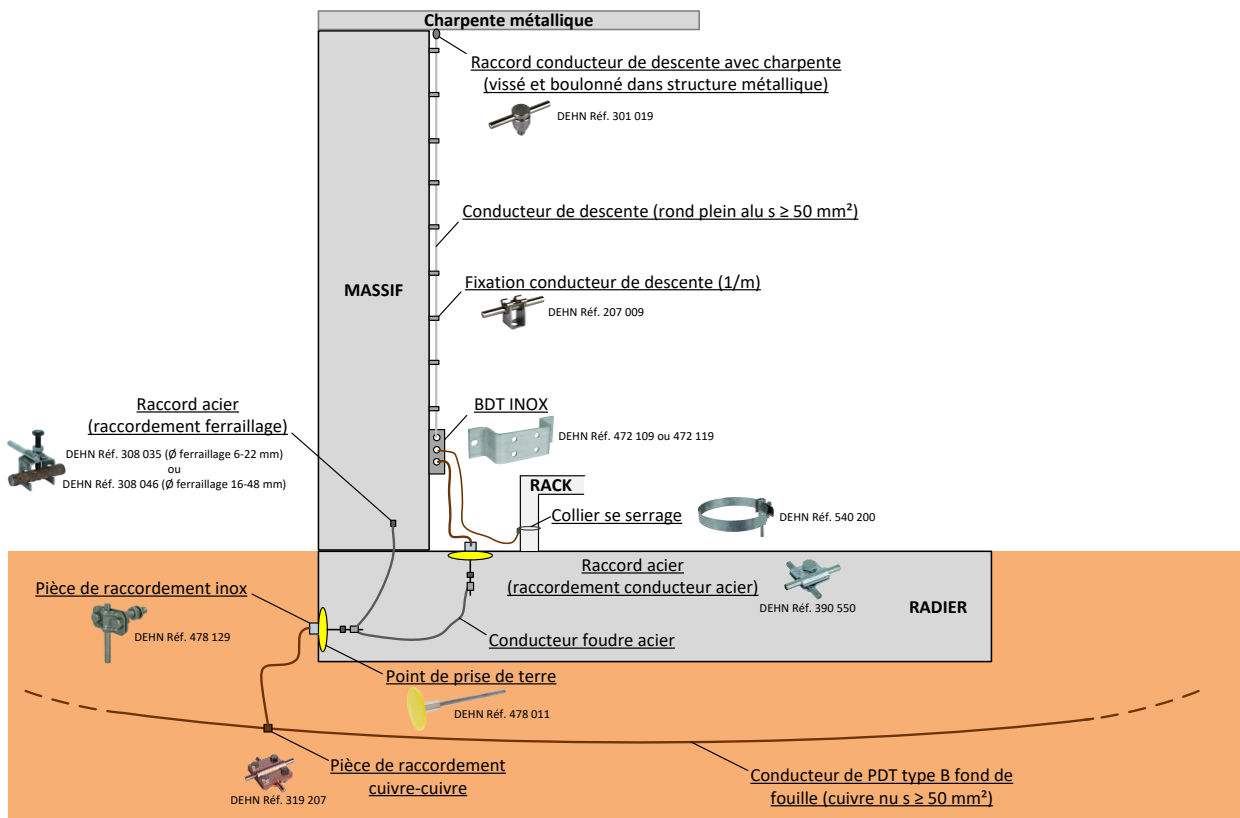
Les fers à béton des massifs équipés d'une descente foudre seront interconnectés à la PDT fond de fouille au moyen d'un conducteur et de raccord acier, voir § 16.6 et 16.9.

Les racks métalliques seront interconnectés avec chaque conducteur de descente au niveau des BDT des piliers, voir § 13.1.3.

¹⁸ Distance d'arcage.

13.1.5. Schéma de principe des IEPF

Un schéma représentatif des piliers béton équipés d'une descente foudre est proposé ci-dessous (le matériel proposé sur le schéma n'est que recommandé, d'autres matériels équivalents pourront être installés) :



Un reportage photo des conducteurs et raccords non-visibles après coulage ou rebouchage devra être réalisé par l'installateur.

13.1.6. Compatibilité des matériaux

Afin d'éviter tout problème de corrosion et de garantir l'efficacité de ces dispositions dans le temps, la compatibilité des matériaux est un élément essentiel. La norme NF EN 62305-3 [1] dans son tableau 5 donne les indications suivantes :

Tableau 5 – Matériaux des SPF et conditions d'utilisation ^a

Matériau	Utilisation			Corrosion		
	Dans l'air ambiant	En terre	Dans le béton	Résistance	Renforcée par	Peut être supprimée par couplage galvanique avec
Cuivre	Massif Torsadé	Massif Torsadé Sous forme de revêtement	Massif Torsadé Sous forme de revêtement	Correcte dans de nombreux environnements	Composés sulfurés Matériaux organiques	–
Acier galvanisé à chaud ^{c, d, e}	Massif Torsadé ^b	Massif	Massif Torsadé ^b	Acceptable dans l'air, le béton et les sols simples	Teneur élevée en chlorures	Cuivre
Acier avec dépôt électrolytique de cuivre	Massif	Massif	Massif	Correcte dans de nombreux environnements	Composés sulfurés	
Acier inoxydable	Massif Torsadé	Massif Torsadé	Massif Torsadé	Correcte dans de nombreux environnements	Teneur élevée en chlorures	–
Aluminium	Massif Torsadé	Inapproprié	Inapproprié	Correcte dans des atmosphères contenant de faibles concentrations de soufre et de chlorure	Solutions alcalines	Cuivre
Plomb ^f	Massif Sous forme de revêtement	Massif Sous forme de revêtement	Inapproprié	Correcte dans des atmosphères contenant une forte concentration de sulfates	Sols acides	Cuivre Acier inoxydable

^a Le présent tableau fournit uniquement des indications générales. Dans des circonstances particulières, des considérations sur l'immunité contre la corrosion plus attentives sont requises (voir Annexe E).

^b Les conducteurs torsadés sont plus vulnérables à la corrosion que les conducteurs massifs. Les conducteurs torsadés sont également vulnérables lorsqu'ils entrent ou sortent du béton ou du sol. C'est la raison pour laquelle l'acier galvanisé torsadé n'est pas recommandé dans le sol.

^c L'acier galvanisé peut être corrodé dans des sols argileux ou humides.

^d Il convient que l'acier galvanisé dans le béton ne se prolonge pas dans le sol en raison de la corrosion possible de l'acier juste à l'extérieur du béton.

^e Il convient de ne pas utiliser l'acier galvanisé en contact avec l'armature d'acier dans le béton dans les zones côtières où l'eau souterraine peut contenir du sel.

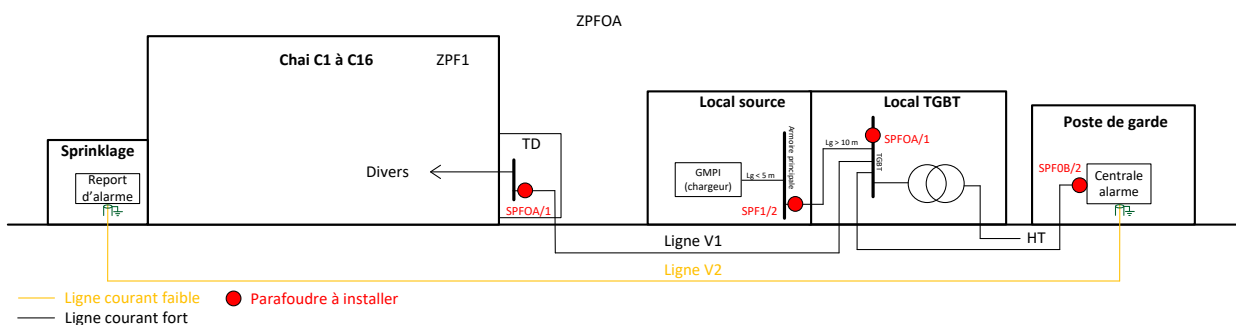
^f L'utilisation de plomb dans le sol est souvent bannie ou limitée en raison des préoccupations d'environnement.

L'installateur devra veiller à la bonne compatibilité des matériaux utilisés.

13.2. IIPF

La mise en place des parafoudres d'entrée sera complétée par des parafoudres au niveau des équipements sensibles et sera vue de façon coordonnée.

L'architecture de mise en place des parafoudres doit répondre au concept de zones de la norme NF EN 62305-4 [6] :



Seules les liaisons concernées sont représentées.

La protection sera réalisée à minima pour ce qui concerne les lignes d'alimentation énergie BT par des parafoudres courant fort de type¹⁹ 1 (SPFOA/1) au niveau de l'alimentation BT des TD des chais et du TGBT principal et de type 2 sur l'alimentation de la centrale d'alarme et de l'armoire principale du local source alimentant les chargeurs des groupes motopompes.

Les liaisons CFa communicantes entre la centrale d'alarme et les modules de report d'alarme devront être écrantés. L'écran des câbles sera mis à la terre à ses deux extrémités.

Les niveaux de protection à atteindre définissent les caractéristiques des parafoudres, voir § 11.3. La coordination étant réalisée par un parafoudre coordonné, le NPF sera de III pour ce dernier.

Les parafoudres courant fort de type 1, à installer dans les TD des chais, devront permettre de limiter la surtension à leurs bornes (caractéristique U_p) à au moins 4 kV (respectant une tenue aux chocs de catégorie III (majorante) suivant la NF C 15-100 [8]). Ils devront posséder une tenue au courant de choc foudre limp d'au moins 12,5 kA, voir § 11.3.

Leur déconnecteur série associé devra lui supporter à minima un courant de choc de foudre (onde 10/350 μs) d'au moins 3,34 kA. Conformément à la IEC 61643-12 [18], il s'agit d'un sectionneur fusible 50 A gG.

De façon majorante, les parafoudres courant fort de type 1, à installer dans le TGBT seront identiques à ceux des TD des chais, notamment du fait du nombre de départs sortants depuis le TGBT beaucoup plus important que ceux des TD des chais.

Les parafoudres courant fort de type 2 à installer sur l'alimentation de la centrale d'alarme et de l'armoire principale du local source devront posséder une tenue au courant nominal de décharge I_n d'au moins 5 kA. Ils devront permettre de limiter la surtension à leurs bornes (caractéristique U_p) à au moins 1,5 kV (respectant une tenue aux chocs de catégorie II (majorante) suivant la NF C 15-100 [8]).

Leur déconnecteur série associé devra également supporter à minima un courant nominal de décharge (onde 8/20 μs) d'au moins 5 kA. Conformément à la IEC 61643-12 [18], il s'agit d'un sectionneur fusible 25 A gG.

¹⁹ Selon la norme NF EN 61643-11 [13] et le guide C 15-443 [7].

Les parafoudres auront les caractéristiques suivantes :

Pf	NPF	Iimp kA	In kA	Up kV	U V	Fu A ou sans ²⁰	Emplacement
1	III	≥ 12,5	-	≤ 4	400/230	≥ 100 A gG	TD distribution BT
2	III	≥ 12,5	-	≤ 4	400/230	≥ 100 A gG	TGBT
3	III	-	≥ 5	≤ 1,5	230	≥ 25 A gG	Alimentation centrale d'alarme (au plus proche)
4	III	-	≥ 5	≤ 1,5	230	≥ 25 A gG	Alimentation armoire principale local source

Les caractéristiques des parafoudres sont données aux § 16.15.1 e 16.15.2.

14. DEFINITION DE LA PREVENTION Foudre

L'arrêt des opérations dangereuses pendant les périodes d'orage est important pour la sécurité. Les opérations de déchargement des eaux de vie sont considérées comme dangereuses. Elles peuvent entraîner des zones dangereuses à l'air libre. Tout comme les accès en toiture, elles seront interdites en cas d'orage.

Le site dispose de l'abonnement de télécomptage METEORAGE afin d'identifier les impacts survenus sur le site.

Ces consignes devront être connues et affichées.

15. JUSTIFICATION DE LA PROTECTION

La protection mise en place permet de limiter les effets possibles de la foudre de la façon suivante :

Potentiels de danger	Facteur déclenchant ²¹	Effet possible de la foudre	Dispositif de protection
Incendie	FD1, FD3, FD5, FD7.	FD1 sur nappe accidentelle FD3 entre charpente et descente foudre avec rack FD5 sur les charpentes FD7 sur les tableaux électriques	Cage maillée construite, parafoudres, RDM et équipotentialité
Explosion	FD1, FD2, FD3, FD6, FD7.	FD1 sur nappe accidentelle FD3 entre charpente et descente foudre avec rack FD7 sur les tableaux électriques	Cage maillée construite, parafoudres, RDM et équipotentialité

²⁰ Des parafoudres avec protection fusibles intégrés pourront être installés.

²¹ Voir § 6.9.

16. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES ELEMENTS

16.1. Conducteurs de descente foudre

Tout conducteur répondant à la norme NF EN 62305-3 [5] et à la NF EN 62561-2 [11].

Produit recommandé ou similaire :
Marque DEHN
Référence 840 018 (conducteur en aluminium)



16.2. Fixation du conducteur de descente foudre

En conformité avec la NF EN 62561-4 [12]

Produit recommandé ou similaire :
Marque DEHN
Référence 207 009



16.3. Raccordement conducteur de descente sure charpente métallique

En conformité avec la NF EN 62561-1 [10]

Produit recommandé ou similaire :
Marque DEHN
Référence 301 019



16.4. Eléments du FDF (PDT type B)

Tout conducteur répondant à la norme NF EN 62305-3 [5] et à la NF EN 62561-2 [11].

Produit recommandé ou similaire :
Marque DEHN
Référence 832 739 (conducteur cuivre)



16.5. Fixation du conducteur de remontée du FDF


En conformité avec la NF EN 62561-1 [10]

Produit recommandé ou similaire :
Marque DEHN
Référence 319 207



16.6. Conducteurs intégrés béton (traversée radier et massif)

Tout conducteur répondant à la norme NF EN 62305-3 [5] et à la NF EN 62561-2 [11].

<p><u>Produit recommandé ou similaire :</u> Marque DEHN Référence 800 008 (conducteur en acier)</p>	
---	--

16.7. Conducteur d'équipotentialité

Tout conducteur répondant à la norme NF EN 62305-3 [5] et à la NF EN 62561-2 [11].

Exemple de conducteur :

Câblette de Cuivre nu multibrin de 25 mm² min en extérieur

Câblette de Cuivre nu multibrin de 16 mm² min en intérieur

16.8. Borne de connexion radier

En conformité avec la NF EN 62561-1 [10]

<p><u>Produit recommandé ou similaire :</u> Marque DEHN Référence 478 011 + 478 098 (mousse adhésive pour faciliter la découverte ultérieure du point de mise à la terre de la borne après coulage du béton).</p>	 <p style="text-align: center;"><u>478 011</u></p>	 <p style="text-align: center;"><u>478 098</u></p>
--	---	---

16.9. Pièce de raccordement borne de connexion sur ferrailage radier & conducteur foudre avec ferrailage des massifs


En conformité avec la NF EN 62561-1 [10]

<p><u>Produit recommandé ou similaire :</u> Marque DEHN Référence 308 035 (Ø ferrailage 6-22 mm) ou 308 046 (Ø ferrailage 16-48 mm)</p>	 <p style="text-align: center;"><u>308 035</u></p>	 <p style="text-align: center;"><u>308 046</u></p>
---	---	---

16.10. Pièce de raccordement sur borne de connexion

En conformité avec la NF EN 62561-1 [10]

Pièce de raccordement entre conducteur de FDF et borne de connexion + liaison borne de connexion vers BDT

<p><u>Produit recommandé ou similaire :</u> Marque DEHN Référence 478 129</p>	
---	---

16.11. Pièce de raccordement conducteur foudre et borne de connexion (dans le béton)

En conformité avec la NF EN 62561-1 [10]

<p><u>Produit recommandé ou similaire :</u> Marque DEHN Référence 390 050 ou 308 025</p>	 <p style="text-align: center;"><u>390 050</u></p>	 <p style="text-align: center;"><u>308 025</u></p>
--	---	---

16.12. Pièce de raccordement équipotentialité rack

Tout raccordement en conformité avec la NF EN 62561-4 [12]

Raccordement entre BDT et rack

<p><u>Produit recommandé ou similaire :</u> Cerclage de raccordement de marque DEHN Référence 106 323</p>	
---	--

16.13. BDT

En conformité avec la NF EN 62561-1 [10]

Barre d'INOX

<p><u>Produit recommandé ou similaire :</u> Barre inox marque DEHN Référence 472 109 ou 472 119</p>	 <p style="text-align: center;"><u>472 109</u></p>	 <p style="text-align: center;"><u>472 119</u></p>
---	--	---

16.14. Visserie de raccordement

INOX M10 min.

16.15. Parafoudres Energie

La protection consiste en l'interposition sur chaque conducteur du câble d'alimentation d'un parafoudre mis à la référence de masse de l'équipement ou du réseau à protéger.

Leur installation sera conforme aux critères d'installation du guide C 15-443 [7], notamment pour ce qui concerne la règle des 50 cm. Nous accordons une grande importance à ces règles de câblage qui conditionnent la résiduelle autant que la qualité des produits. Elle sera également compatible avec le régime de neutre et le nombre de conducteurs en présence.

16.15.1. Type 1 – TGBT et TD des chais

Conforme à la NF EN 61643-11 [13]

Réseau 3 Ph+N 230/410 V régime de neutre TNS

Courant de choc de foudre en onde 10/350 μ s : $I_{imp} \geq 12,5$ kA par pôle,

Niveau de protection : $U_p \leq 4$ kV

Sélectivité pour non-déclenchement des protections électriques existantes

Il doit comporter un indicateur d'état fonctionnel

Parafoudre recommandé ou similaire : Marque DEHN réf. 941 310, avec sectionneur fusibles 50 A gG

Câblage en V en amont du sectionneur de tête pour les TD des chais.

16.15.2. Type 2 – Centrale d'alarme poste de garde et armoire principale local source

Conforme à la NF EN 61643-11 [13]

Réseau Ph+N 230 V

Courant de choc de foudre en onde 8/20 μ s : $I_n \geq 5$ kA par pôle,

Niveau de protection : $U_p \leq 1,5$ kV

Sélectivité pour non-déclenchement des protections électriques existantes

Il doit comporter un indicateur d'état fonctionnel

Parafoudre recommandé ou similaire : Marque DEHN réf. 900 458 avec sectionneur fusibles 25 A gG (s'assurer cependant de la sélectivité des protections)

Si l'alimentation de l'armoire local source est en 3Ph+N 230/410 V : marque DEHN réf. 952 317

Câblage en V et en amont du sectionneur de tête pour l'armoire principale du local source.

Câblage en V sur l'alimentation de la centrale.

17. REALISATION DE LA PROTECTION

17.1. Conduite des travaux

Un cahier des charges par type de protection (IEPF, IIPF) document différent du document d'étude technique sera fourni aux installateurs. Il décrira les travaux de mise en place des dispositifs, les équipements spécifiques, leur installation. Il fera l'objet d'un autre document.

Une nomenclature des dispositifs sera proposée. Ces dispositifs seront conformes aux normes spécifiées et aux références recommandées. D'autres matériels pourront être proposés en tant qu'équivalents. L'installateur aura la charge de démontrer les équivalences de fournir les certificats pour accord du client avant leur installation.

Les installateurs devront être certifiés QUALIFOUDRE. Ils devront respecter les plans de fabrication et d'installation, les standards, la nomenclature des dispositifs spécifiques. Les matériaux devront être conformes à ceux spécifiés.

17.2. Réception

Les travaux réalisés seront réceptionnés afin de vérifier la conformité :

- des dispositifs spécifiques,
- des dispositions et des règles d'installation,
- des raccordements, des marquages et repérages, des sections,
- des natures et des sections des câblages,
- des valeurs de prise de terre.

Les dispositifs devront être fournis avec un certificat de conformité.

Un dossier des ouvrages exécutés (DOE) sera fourni, il comprendra un plan général des terres, un plan général BT, les plans des armoires avec les parafoudres, les photos des éléments non-visibles (avant coulage du béton), ainsi que les déclarations de conformité du matériel installé.

La réception des travaux sera réalisée par le bureau d'étude concepteur qui fournira un rapport de vérification faisant office de certificat de conformité.

18. MAINTENANCE

18.1. Etat initial

La réception des travaux constituera l'état initial de la protection qu'il faudra maintenir pérenne.

18.2. Carnet de bord

Un carnet de bord sera créé et comportera tous les documents foudre, de l'étude aux dernières vérifications.

18.3. Vérifications périodiques

Une vérification périodique devra être effectuée pour l'ensemble des infrastructures traitées par du personnel certifié. A chaque observation d'une non-conformité il sera noté les actions correctives à effectuer.

Une notice de vérification et de maintenance définissant les points d'actions, les procédures, la traçabilité fera l'objet d'un document séparé.

Ces vérifications consistent en :

Une inspection visuelle pour s'assurer que :

- Aucune extension ou modification n'ait rompu l'intégrité de la protection,
- La continuité des réseaux des conducteurs de collecte et d'équipotentialité soit toujours existante,
- La fixation des différents composants soient toujours en bon état,
- Il n'y ait pas de corrosion affaiblissant une partie du dispositif,

Des mesures pour vérifier :

- La continuité électrique des conducteurs non visibles,
- La résistance des prises de terre,

Des actions pour vérifier que :

- Les parafoudres et leur déconnecteur sont toujours actifs,

18.4. Périodicité

Suivant l'arrêté du 04 octobre 2010 modifié [1] nous proposons les conditions de périodicité suivantes :

- Une vérification complète de l'état des dispositifs tous les 2 ans,
- Une vérification simplifiée intercalée.

Le comptage des coups de foudre sur le site sera effectué par observation humaine et enregistré sur le registre du carnet de bord. Le comptage sera basé sur l'abonnement de télécomptage METEOAGE. Des opérations de maintenance simplifiée seront exécutées dans le mois après chaque coup.

La vérification simplifiée pourra être réalisée par l'exploitant après formation et après être certifié QUALIFOUDRE, suivant les procédures définies dans la notice de vérification et de maintenance. Lesquelles procédures se résument dans la majorité des cas à des opérations visuelles.

La vérification complète est une vérification simplifiée avec des mesures complémentaires en général des mesures de terre. Pour celles-ci l'intervenant doit être compétent (organisme certifié externe), son intervention pouvant se limiter aux opérations complémentaires et à l'approbation des résultats intermédiaires obtenus par l'exploitant.

19. ANNEXES

19.1. Paramètres pour l'ARF

Les paramètres et variables liées à l'installation à étudier à prendre en compte dans la méthode de calcul de la norme NF EN 62305-2 [4] sont présentés dans le tableau ci-dessous²².

19.1.1. Structures

Désignation	Commentaire
Densité de foudroiement au sol	Nombre de coup de foudre par km ² /an. La valeur peut être issue d'une carte (selon NF C 15-100) ou obtenue dans un service comme METEORAGE.
Facteur d'emplacement	Situation relative du bâtiment (isolé, structure plus grande ou plus petite située à une distance inférieure à 3 fois la hauteur de la structure à étudier) Pondère le nombre de coup de foudre attendu sur la structure. (valeurs possibles : 0,25 - 0,5 - 1 et 2)
Dimensions de la structure (h, l, L, hmax)	Après la densité de foudroiement, la hauteur est le paramètre le plus influent pour le nombre de coup de foudre attendu.
Facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial	Pas de danger particulier (Hz = 1) Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100), (Hz = 2) Niveau de panique moyen (par exemple, structure destinée à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes compris entre 100 et 1 000), (Hz = 5) Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées), (Hz = 5) Niveau de panique élevé (par exemple, structure destinée à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000), (Hz = 10) Danger pour l'environnement (Hz = 20) Contamination de l'environnement (Hz = 50)
Facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure	Explosion : structures contenant des matériaux explosifs solides ou des zones dangereuses comme cela est déterminé dans la NF EN 60079-10 et dans la NF EN 61241-10 (Rf = 1) Elevé : structures en matériaux combustibles ou structures dont le toit est en matériaux combustibles ou structures avec une charge calorifique particulière supérieure à 800 MJ/m ² (Rf = 10 ⁻¹). Ordinaire : structures qui ont une charge calorifique comprise entre 800 MJ/m ² et 400 MJ/m ² (Rf = 10 ⁻²). Faible : structures qui ont une charge calorifique particulière inférieure à 400 MJ/m ² ou structures qui ne contiennent qu'occasionnellement des matériaux combustibles (Rf = 10 ⁻³). Aucun : (Rf = 0)
Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie	Pas de disposition (Rp = 1) Une des dispositions suivantes: . extincteurs, installations d'extinction fixes déclenchées manuellement, installations manuelles d'alarme, prises d'eau, compartiments étanches, voies d'évacuation protégées (Rp = 0,5) . installations d'extinction fixes déclenchées automatiquement, installations d'alarmes automatiques (seulement si elles sont protégées contre les surtensions ou d'autres dommages et si le temps d'intervention des pompiers est $t < 10$ min.) (Rp = 0,2)

²² Les désignations et commentaires sont extraits du guide INERIS : « appréciation des documents exigibles en application de l'arrêté foudre du 15 janvier 2008 », réf : DCE-10-109423-00628A, et de la norme NF EN 62305-2 [4].

Facteur de réduction associé au type de sol. Facteur de réduction associé au type de plancher	Résistance de contact : $\leq 1 \text{ k}\Omega$ ($r_a = 10^{-2}$), 1 à 10 $\text{k}\Omega$ ($r_a = 10^{-3}$), 10 à 100 $\text{k}\Omega$ ($r_a = 10^{-4}$), $\geq 100 \text{ k}\Omega$ ($r_a = 10^{-5}$).
Probabilité pour qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions de contact et de pas.	Pas de mesures de protection ($P_A = 1$) Isolation électrique du conducteur exposé (par exemple au moins 3 mm de polyéthylène réticulé), ($P_A = 10^{-2}$) Sol équipotentiel efficace ($P_A = 10^{-2}$) Plaques d'avertissement ($P_A = 10^{-1}$)
Pertes dues aux dommages physiques.	Valeur normative $L_f = 5 \cdot 10^{-2}$ dans le cadre d'une installation industrielle
Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne	Câble non écrané – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles ($K_{s3} = 1$) Câble non écrané – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille ($K_{s3} = 0,2$) Câble non écrané – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles ($K_{s3} = 0,02$) Câble écrané avec résistance d'écran $5 < R_s \leq 20 \text{ }\Omega/\text{km}$ ($K_{s3} = 0,001$) Câble écrané avec résistance d'écran $1 \leq R_s < 5 \text{ }\Omega/\text{km}$ ($K_{s3} = 0,0002$) Câble écrané avec résistance d'écran $R_s < 1 \text{ }\Omega/\text{km}$ ($K_{s3} = 0,0001$)

19.1.2. Services externes entrants dans la structure


Désignation	Commentaire
Type	Distingue l'influence d'un service desservi en aérien ou en souterrain
Facteur d'environnement	Pondère l'affaiblissement électromagnétique du lieu (en zone urbaine, un nombre important d'immeubles d'une vingtaine de mètres atténué d'un rapport 10 l'impulsion électromagnétique de la foudre)
Facteur de correction pour la présence d'un transformateur HT/BT	La présence d'un transformateur à l'entrée d'une structure atténue d'un facteur 5 les perturbations conduites sur la ligne en amont.
Bâtiment à l'extrémité distante.	Les dimensions du bâtiment de l'extrémité distante influencent directement les niveaux des perturbations conduites.
Résistivité du sol	En l'absence de mesures sur le terrain, par défaut la norme propose de retenir 500 Ωm .
Facteur associé aux mesures de protection choisies dans un service	Pas de mesure de protection ($K_p = 1$) Fils d'écran complémentaires – Un conducteur ($K_p = 0,6$) Fils d'écran complémentaires – Deux conducteurs ($K_p = 0,4$) Conduit de protection contre la foudre ($K_p = 0,1$) Câble armé ($K_p = 0,02$) Fils d'écran complémentaires – Tube en acier ($K_p = 0,01$)

19.2. Statistique de foudroiement

MÉTÉORAGE

STATISTIQUES EN LIGNE

Résumé




Ville : CHATEAUBERNARD (16088)
 Superficie : 13,25 km²
 Période d'analyse : 1 janvier 2010 - 31 décembre 2019

Statistiques du foudroiement

→ **N_{SG} : 0,92 impacts/km²/an**

Foudroiement Faible



Faible < 0,57 Nsg Intense > 3,74 Nsg

Indice de confiance statistique : **Excellent**

L'intervalle de confiance à 95% est : [0,78 - 1,11].

→ **Nombre de jours d'orage : 9 jours par an**

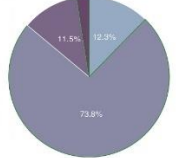
N_{SG} : valeur normative de référence (NF EN 62399 - NF C 17-898)

Records

Année record :	2011 (2,41 impacts/km ² /an)
Mois record :	Août 2011
Jour record :	3 août 2014

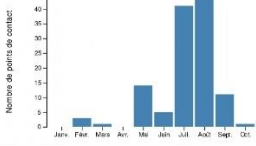
Statistiques en ligne 1/2

Répartition saisonnière



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

Répartition par mois



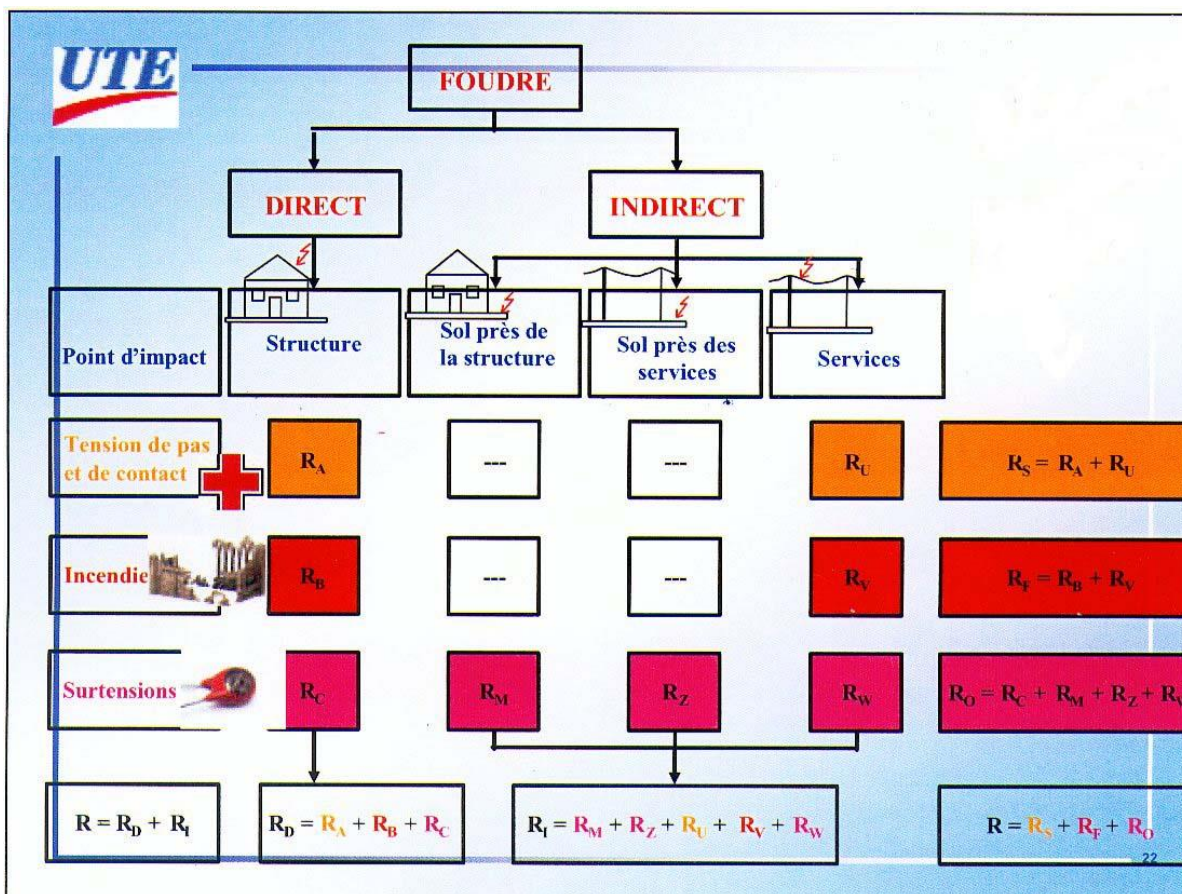
Répartition par mois sur toute la période du Nombre de points de contact.

Les résultats ci-dessus sont fournis par Météorage à partir des données du réseau de détection des impacts de foudre pour la période 2010-2019. 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. En France, la valeur moyenne de la densité de foudroiement (N_{SG}) est de foudre de 1,1 impacts/km²/an. Cliquez ici pour en savoir plus sur l'évolution des statistiques de foudroiement.

COPYRIGHT METEORAGE

Statistiques en ligne 2/2

19.3. Tableau des composantes de risque de l'ARF



- Ra risque pour les personnes à proximité de la zone par tension de contact
- Rb risque pour la structure sur un impact
- Rc risque pour les réseaux suite à un impact sur la structure
- Rm risque pour les réseaux suite à un impact à proximité
- Ru risque pour les personnes dans la zone par tension de contact
- Rv risque pour la structure sur un impact sur les lignes entrantes
- Rw risque pour les réseaux sur un impact sur les lignes entrantes
- Rz risque pour les réseaux sur un impact à proximité des lignes entrantes

On notera que les risques sur les réseaux peuvent entraîner des risques sur les équipements connectés et des courts-circuits dans les zones explosibles liées.

19.4. Données détaillées de l'évaluation des risques

Voir ARF 1 en document joint

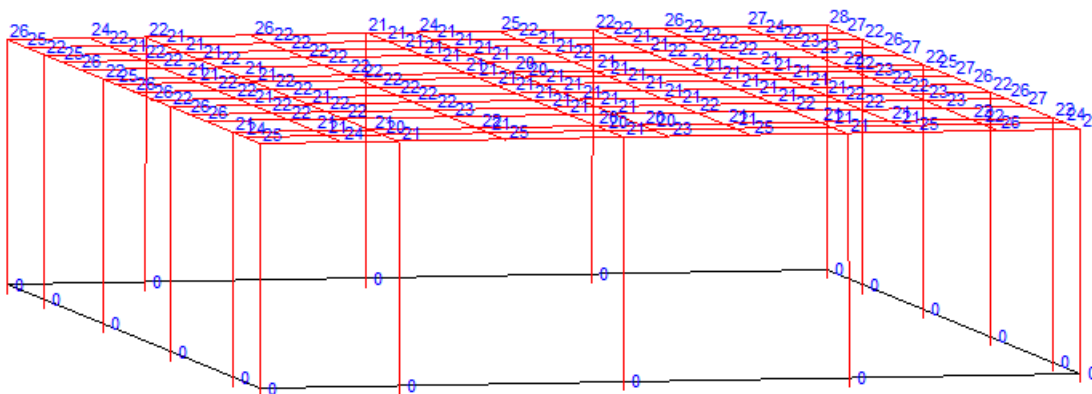
19.5. Plan IEPF

Voir plan réf. PLN_TCT8013_16.10.20_IEPF

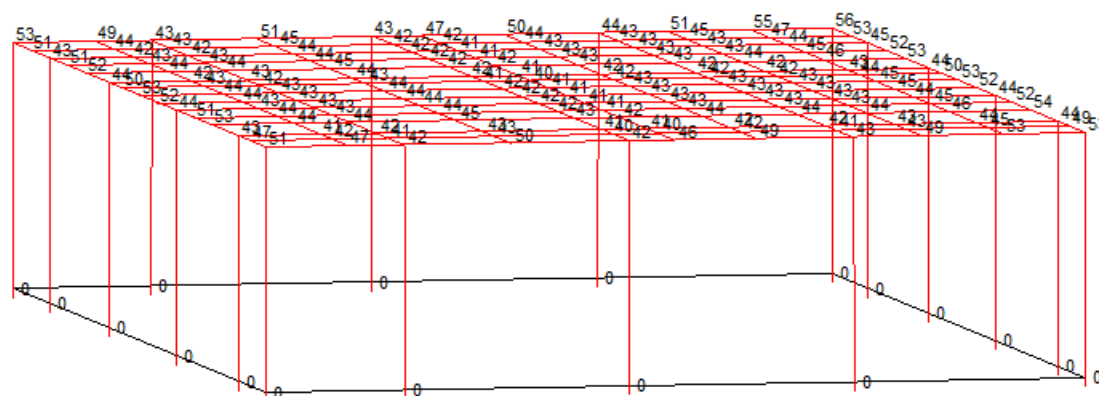
19.6. Distance de séparation

Le schéma ci-après donne la distance de séparation (s) à respecter :

Dans l'air :



A travers le béton :



Pour les descentes foudre, nous retiendrons la valeur majorante, soit 27 cm en partie haute. La distance de séparation décroît jusqu'à la PDT pour atteindre 0.

Un éloignement de la descente ou une liaison équipotentielle devra être réalisé avec chaque équipement métallique ne respectant pas la distance de séparation.

19.7. Certifications QUALIFOUDRE



PROFESSIONNEL DE LA Foudre

CERTIFICAT DE COMPETENCE

N° 1507

L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), atteste que :

Monsieur Florian BOSQUELLE

à l'issue de l'évaluation individuelle réalisée le 16 septembre 2020,

a été reconnu compétent conformément au référentiel QUALIFOUDRE V4.0.

Niveau de compétence : 3

Domaine d'activité : Analyses du risque foudre, études techniques et vérifications.

au sein de l'entreprise :

TELCOMTEC
60 rue Fourcroy
Parc Lavoisier BP45
59494 PETITE FORET

Cette attestation est valable jusqu'au 21 septembre 2023.

Verneuil-en-Halatte, le 22 septembre 2020



Signé électroniquement
Digitally signed by
Dominique CHARPENTIER
Certification Division, Manager /
Responsable Pôle Certification

Le Directeur Général de l'INERIS,
Par délégation,
Le responsable du Pôle Certification
D. CHARPENTIER

Ce document ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Dossier 201624 Folio 1 / 1

Parc Technologique Alata BP 2 F-60550 Verneuil-en-Halatte
tél +33(0)3 44 55 66 77 fax +33(0)3 44 55 66 99 internet www.ineris.fr

Institut national de l'environnement industriel et des risques

Etablissement public à caractère industriel et commercial - RCS Compiègne B 381 984 924 - Siret 381 984 921 00019 - APE 7120B - TVA Intracom FR 73 381 984 921



PROFESSIONNEL DE LA Foudre

CERTIFICAT DE COMPETENCE

N° 1506

L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), atteste que :

Monsieur Paul RAYNAUD

à l'issue de l'évaluation individuelle réalisée le 25 septembre 2018,

a été reconnu compétent conformément au référentiel QUALIFOUDRE V4.0.

Niveau de compétence : 2

Domaine d'activité : Analyses du risque foudre, études techniques et vérifications.
au sein de l'entreprise :

TELCOMTEC
60 rue Fourcroy
Parc Lavoisier BP45
59494 PETITE FORET

Cette attestation est valable jusqu'au 21 septembre 2020.

Verneuil-en-Halatte, le 11 octobre 2018



Le Directeur Général de l'INERIS,
Par délégation,
Le responsable du Pôle Certification
D. CHARPENTIER

Ce document ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Dossier 173691 Folio 1 / 1

Parc Technologique Alata BP 2 F-60550 Verneuil-en-Halatte
tél +33(0)3 44 55 66 77 fax +33(0)3 44 55 66 99 internet www.ineris.fr

Institut national de l'environnement industriel et des risques

Etablissement public à caractère industriel et commercial - RCS Compiègne B 381 984 924 - Siret 381 984 921 00019 - APE 7120B - TVA Intracom FR 73 381 984 921

Date: 15/10/2020

Projet N°: TCT8013

Protection contre la foudre Evaluation / analyse du risque foudre

Créé selon la norme internationale:
IEC 62305-2:2006-10

Considérant les annexes spécifiques au pays:
NF EN 62305-2:2006

**Résumé des mesures de protection pour
réduire les dommages causés par les effets de la foudre,
resultant de l'évaluation/ analyse des risques
concernant le projet suivant:**

Projet / description:

Bellevue 2

16089 CHATEAUBERNARD
F

Client:

Entreprise
ORECO
Madame RIBEREAU Stéphanie
2014 Avenue des Torulas
16100 MERPINS
F

Evaluation / analyse des risques fait par:

F BOSQUELLE

Contenu

1. **Abréviations**
2. **Fondements normatifs**
3. **Risque et source de dommages**
4. **Informations sur le projet**
 - 4.1. Sélection des risques à prendre en considération
 - 4.2. Paramètres géographiques et paramètres du bâtiment
 - 4.3. Division de la structure en zones / zones de protection contre la foudre
5. **Lignes d'alimentation**
6. **Propriétés de la structure**
 - 6.1. Risque d'incendie
 - 6.2. Mesures visant à réduire les conséquences d'un incendie
 - 6.3. Dangers particuliers dans le bâtiment pour les personnes
 - 6.4. Blindage spatial extérieur
7. **Analyse des risques**
 - 7.1. Risque R1, vie humaine
 - 7.2. Sélection des mesures de protection
8. **Obligation légale**
9. **Information générale**
10. **Définition**

1. Abréviations

a	Taux d'amortissement
a_t	Période d'amortissement
c_a	Coût des animaux dans la zone, en monnaie
c_b	Coût du bâtiment dans la zone, en monnaie
c_c	Coût du contenu de la zone, en monnaie
c_s	Coût des réseaux internes (y compris leurs activités) dans la zone, en monnaie
c_t	Valeur totale de la structure, en monnaie
$C_D;C_{DJ}$	Facteur d'emplacement
C_L	Coût annuel des pertes totales en l'absence de mesures de protection
C_{PM}	Coût annuel des mesures de protection choisies
C_{RL}	Coût annuel des pertes résiduelles
EB	Liaison équipotentielle de foudre
H	Hauteur de la structure
H_p	Point culminant de la structure
i	Taux d'intérêt
K_{S1}	Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure (blindage spatial externe)
K_{S1W}	Largeurs de maille du blindage spatial maillé d'une structure
K_{S2}	Facteur associé à l'efficacité de blindage des blindages internes à la structure
K_{S2W}	Largeurs de maille du blindage spatial maillé à l'intérieur de la structure
L1	Perte de vie humaine
L2	Perte de service public
L3	Perte d'héritage culturel
L4	Pertes de valeurs économiques
L	Longueur de la structure
IEMF	Impulsion électromagnétique de foudre
PCLF	Protection contre la foudre (installation complète de protection des structures contre les
NPF	Niveau de protection contre la foudre
SPF	Système de protection contre la foudre
ZPF	Zone de protection contre la foudre (zone dans laquelle l'environnement électromagnétique de foudre est défini)
m	Coût de maintenance
N_D	Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure
N_G	Densité de foudroiement au sol
P_B	Probabilité de dommages physiques sur une structure (impacts sur une structure)
PEB	Liaison équipotentielle de foudre
$P_{\text{parafoudre}}$	Système de protection coordonnée par parafoudres
R	Risque
R_1	Risque de pertes de vie humaine dans une structure
R_2	Risque de perte de service public dans une structure
R_3	Risque de perte d'héritage culturel dans une structure
R_4	Risque de pertes de valeur économique dans une structure
R_A	Composante du risque lié aux blessures d'êtres vivants (impacts sur une structure)
R_B	Composante du risque lié aux dommages physiques sur une structure (impacts sur la
R_C	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts sur une
R_M	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité de
R_U	Composante du risque de blessures d'êtres vivants (impacts sur le service connecté)

R_V	Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur le
R_W	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts sur le service
R_Z	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité d'un service)
R_T	Tolerable risk (maximum value of the risk which can be tolerated for the structure to be protected)
r_f	Facteur de réduction associé au risque d'incendie
r_p	Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie
S_M	Economie annuelle en monnaie
SPD	Parafoudre (Surge protection device)
SPM	LEMP protection measures (measures to reduce the risk of failure of electrical and electronic equipment due to LEMP)
t_z	Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement
W	Largeur de la structure
Z_S	Zones d'une structure

2. Fondements normatifs

La norme NF EN 62305 se compose des parties suivantes:

- NF EN 62305-1:2006 - "Protection contre la foudre - Partie 1: Principes généraux"
- NF EN 62305-2:2006 - "Protection contre la foudre - Partie 2: Evaluation des risques"
- NF EN 62305-3:2006 - "Protection contre la foudre - Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains"
- NF EN 62305-4:2006 - "Protection contre la foudre - Partie 4: Réseaux de puissance et de communication dans les structures"

3. Risque et source de dommages

Afin d'éviter les dommages résultant d'un coup de foudre, les mesures de protection spécifiques doivent être prises pour les objets à protéger. L'évaluation / analyse des risques décrite dans la norme NF EN 62305-2:2006 décrit l'évaluation du risque et détermine les exigences d'une protection contre la foudre d'une structure. L'objectif de l'analyse des risques est de réduire le risque à un niveau acceptable en prenant des mesures de protection.

Pour déterminer le risque en vigueur, l'objet en question doit être considéré sans aucune mesure de protection (condition actuelle). Les risques qui pourraient être causés à la suite de coups de foudre directs / indirects à la structure et les services sont considérés comme des risques R . Le risque R est la mesure d'une perte annuelle moyenne probable. Les risques à évaluer dans une structure peuvent être les suivants :

- Risque R_1 : risque de perte de vie humaine;
- Risque R_2 : risque de perte de service public;
- Risque R_3 : risque de perte d'héritage culturel;
- Risque R_4 : risque de perte de valeurs économiques.

Tous les risques ou les risques individuels doivent être évalués en fonction du type de considération. Tout risque est défini avec un risque acceptable sous forme d'une valeur numérique. Pour parvenir à un risque tolérable, techniquement et économiquement des mesures de protection contre la foudre doivent être définis par exemple des mesures de protection extérieure contre la foudre selon NF EN 62305-3:2006 et la mise en oeuvre de parafoudres selon NF EN 62305-4:2006.



Pour être en mesure de déterminer plus précisément le risque concerné, les risques sont examinés en détails. Chaque risque est constitué d'une somme d'éléments de risque.

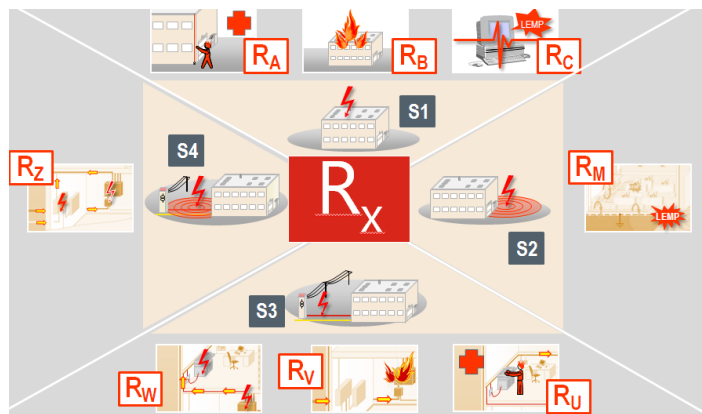
- $R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$
- $R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$
- $R_3 = R_B + R_V$
- $R_4 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$

Chaque composante de risque décrit un certain danger et donc une perte possible. La perte résultant d'effets de la foudre est défini comme suit:

- L1 = Perte de vie humaine
- L2 = Perte de service public
- L3 = Perte d'héritage culturel
- L4 = Perte de valeurs économiques

La perte éventuelle est attribuée aux composantes de risque de la manière suivante:

Les composants de risque sont différenciés selon les sources de dommages.



Source de dommages S1: Impacts sur une structure

- R_A Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues au choc électrique du fait des tensions de contact et de pas dans la structure et à l'extérieur dans les zones jusqu'à 3 m autour des conducteurs de descente. Des pertes de type L1 et, dans le cas de structures abritant le bétail, des pertes de type L4 avec pertes éventuelles d'animaux peuvent apparaître.
- R_B 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. Tous les types de pertes (L1, L2, L3 et L4) peuvent apparaître.
- R_C Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et dans des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Source de dommages S2: Impacts à proximité d'une structure

- R_M Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Source de dommages S3: Impacts sur un service

- R_U Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues au choc électrique du fait des tensions de contact à l'intérieur de la structure. Des pertes de type L1 et, dans le cas de domaines agricoles, des pertes de type L4 avec pertes éventuelles d'animaux peuvent apparaître.
- R_V 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 du service dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les services entrants. Tous les types de pertes (L1, L2, L3, L4) peuvent apparaître.
- R_W Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les services entrants et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Source de dommages S4: Impacts à proximité d'un service

- R_Z Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les services entrants et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Les composantes du risque permettent d'analyser les risques et les mesures pour éviter la perte possible.

L'analyse de risque en conformité avec la norme NF EN 62305-2:2006 pour le projet Bellevue 2 - objet Chais C16 montre la nécessité de mettre en oeuvre des protections contre la foudre. Le potentiel de risque pour la structure est déterminé et, si nécessaire, des mesures de protection pour réduire les risques doivent être prises. Le résultat de l'analyse des risques non seulement spécifie la classe SPF, mais fournit également un concept de protection complet, y compris les mesures nécessaires à la protection des IEMF.

En conséquence, un choix économiquement raisonnable des mesures de protection approprié pour la structure et l'utilisation de la structure est assurée.

4. Informations sur le projet**4.1 Sélection des risques à prendre en considération**

En raison de la nature et de l'utilisation de la structure, objet Chais C16, les risques suivants ont été sélectionnés et pris en considération:



Risque R_1 : Risque de perte de vie humaine

R_T : 1,00E-05

Le risque tolérable R_T ont été définis par la sélection des risques. La norme spécifie le risque tolérable pour les risques R_1 , R_2 et R_3 .

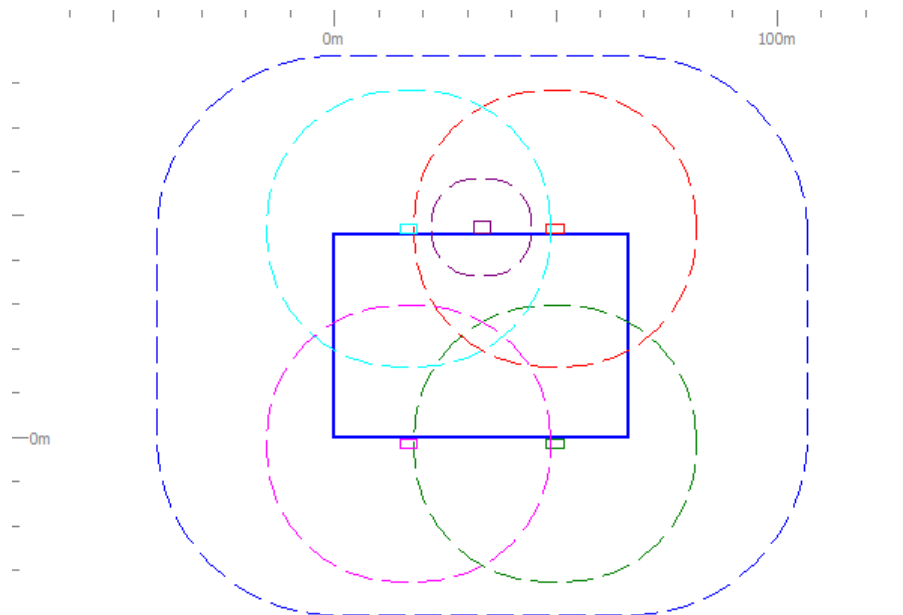
L'objectif d'une analyse des risques est de réduire le risque à un niveau acceptable R_T par une sélection économiquement saine des mesures de protection.

L'objectif d'une analyse des risques est de réduire le risque à un niveau acceptable R_T par une sélection économiquement saine des mesures de protection.

4.2 Paramètres géographiques et paramètres du bâtiment

La densité de foudroiement N_g est la base de l'analyse des risques en fonction de NF EN 62305-2:2006. Il définit le nombre de coups de foudre en 1 / an / km². Une valeur de 0,96 coups de foudre / an / km² a été déterminée pour l'emplacement de la structure Chais C16 grâce à une évaluation auprès des services METEORAGE.

Les dimensions du bâtiment sont importantes pour le risque de coups de foudre direct. Les surfaces d'expositions des coups de foudre directs / indirects sont déterminées en fonction de ces dimensions. Il en résulte une zone d'exposition calculée pour les coups de foudre directs de 17 234,00 m² et pour les coups de foudre indirects (à proximité d'une structure) de 256 420,00 m².



L'environnement entourant la structure est un facteur important pour déterminer le nombre possibles de coups de foudre directs / indirects. Il est défini comme suit pour la structure Chais C16:

Emplacement relatif C_D : 0,50

Si la densité de foudroiement au sol se réfère aux objets environnants et à l'environnement de la structure, une fréquence de nombre d'évènements dangereux dus aux:

- coups de foudre direct pour une structure $N_D = 0,0083$ coups de foudre / an,
- coups de foudre à proximité d'une structure $N_M = 0,2379$ coups de foudre / an,

4.3 Division de la structure en zones / zones de protection contre la foudre

La structure Chais C16 a été divisé en zones de protection contre la foudre / zones:

- ZPF 0B - Structure protégé contre les impacts de foudre directs
- ZPF 1 - Zone intérieure de la structure protégée
 - Zone n°1
 - Zone n°2

Selon la norme, les zones de protection contre la foudre sont définis comme suit:

ZPF 0 _B	=	Zone protégée contre les coups de foudre directs, mais où le champ électromagnétique total de foudre constitue la menace. Les réseaux internes peuvent être mis en danger par des chocs sous le courant partiel de la foudre.
ZPF 1	=	Zone où le courant de choc est limité par les interfaces de partage et d'isolement du courant et/ou par des parafoudres disposés aux frontières. Un écran spatial peut amortir le champ électromagnétique de foudre.
ZPF 2 ... n	=	Zone où le courant de choc peut être encore limité par les interfaces de partage et d'isolement du courant et/ou par des parafoudres supplémentaires disposés aux frontières. Un écran spatial additionnel peut être utilisé pour amortir davantage le champ électromagnétique de foudre.

Classification en zones selon les critères suivants:

- Type de sol ou de plancher
- Compartiments à l'épreuve du feu
- Blindages spatiaux
- Disposition des réseaux internes
- Mesures de protection existantes ou à prévoir
- Les valeurs de pertes

5. Lignes d'alimentation

Tous les services entrants et sortants de la structure doivent être pris en considération dans l'analyse des risques. Les conduits ne doivent pas être pris en considération si elles sont reliées à la barre principale de terre de la structure. Si ce n'est pas le cas, le risque des conduits entrants devrait être considéré dans l'analyse des risques (la liaison équipotentielle est obligatoire).

Les services suivants ont été considérés pour la structure Chais C16 dans l'analyse des risques:

- Alimentation BT des chais
- Télécommunication

5.1 Alimentation BT des chais

Type de conducteur:	Enterré
Résistivité du sol:	500,00
Emplacement:	Structure entourée par des objets plus hauts
Environnement:	Urbain (Hauteur des bâtiments 10 m à 20 m)
Transformateur:	Service de puissance BT, de communication ou de transmission de données (Ligne sans transformateur)

La longueur du conducteur extérieur à la structure vers le noeud suivant est de 700,00 m.

Sur cette base, les zones d'exposition suivantes ont été déterminés pour la ligne d'alimentation:

- Surface d'exposition des coups de foudre directs sur le service: 15 652,00 m²
- Surface d'exposition des coups de foudre au sol à proximité du service: 391 312,00 m²

La rigidité diélectrique de l'équipement électrique qui est relié à la Alimentation BT des chais est défini par zone:

	Alimentation BT des chais - Uw
Zone n°1	2,5 kV < Uw <= 4,0 kV
Zone n°2	(Le conducteur n'est pas calculé dans cette zone)

Les conducteurs dans le bâtiment de Alimentation BT des chais sont installés par zone:

	Alimentation BT des chais - pint
Zone n°1	Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles
Zone n°2	(Le conducteur n'est pas calculé dans cette zone)

5.2 Télécommunication

Type de conducteur:	Enterré
Résistivité du sol:	500,00
Emplacement:	Structure entourée par des objets plus hauts
Environnement:	Urbain (Hauteur des bâtiments 10 m à 20 m)
Transformateur:	Service de puissance BT, de communication ou de transmission de données (Ligne sans transformateur)

La longueur du conducteur extérieur à la structure vers le noeud suivant est de 700,00 m.

Sur cette base, les zones d'exposition suivantes ont été déterminés pour la ligne d'alimentation:

- Surface d'exposition des coups de foudre directs sur le service: 15 652,00 m²
- Surface d'exposition des coups de foudre au sol à proximité du service: 391 312,00 m²

La rigidité diélectrique de l'équipement électrique qui est relié à la Télécommunication est défini par zone:



	Télécommunication - Uw
Zone n°1	1,0 kV < Uw <= 1,5 kV
Zone n°2	(Le conducteur n'est pas calculé dans cette zone)

Les conducteurs dans le bâtiment de Télécommunication sont installés par zone:

	Télécommunication - pint
Zone n°1	Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles
Zone n°2	(Le conducteur n'est pas calculé dans cette zone)

6. Propriétés de la structure

6.1 Risque d'incendie

Le risque d'incendie est l'un des critères les plus importants pour déterminer le SPF (système de protection contre la foudre) qui doit être installé. Le risque d'incendie est classée en fonction de la charge calorifique spécifique. La charge calorifique doit être déterminée par un expert en sécurité incendie ou définie après consultation avec le propriétaire du bâtiment ou du site et sa compagnie d'assurance. Une distinction est faite selon les critères suivants:

- Aucun risque
- Faible (structures qui ont une charge calorifique spécifique inférieure à 400 MJ/m²)
- Ordinaire (structures qui ont une charge calorifique spécifique comprise entre 400 MJ/m² et 800 MJ/m²)
- Elevé (structures avec une charge calorifique spécifique supérieure à 800 MJ/m²)
- Explosion: Zones 2 / 22
- Explosion: Zones 1 / 21
- Explosion: Zones 0 / 20

Le risque d'incendie dans une structure est un facteur important pour déterminer les mesures de protection nécessaires. Le risque d'incendie de la structure Chais C16 a été défini comme suit:

	Z1	Z2
Pas de disposition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Faible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ordinaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elevé	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Explosion	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

6.2 Mesures visant à réduire les conséquences d'un incendie

Les mesures suivantes ont été sélectionnées pour réduire les conséquences d'un incendie:

	Z1	Z2
Pas de disposition	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Une des dispositions suivantes : extincteurs, installations d'extinction fixes déclenchées manuellement, installations manuelles d'alarme, prises d'eau, compartiments étanches, voies d'évacuation protégées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Une des dispositions suivantes : installations d'extinction fixes déclenchées automatiquement, installations d'alarme automatiques	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.3 Dangers particuliers dans le bâtiment pour les personnes

En raison du nombre de personnes, le risque éventuel de panique pour la structure Chais C16 a été défini comme suit:

	Z1	Z2
Pas de danger particulier	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées, hôpitaux)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Menace pour la zone concernée ou l'environnement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La contamination des alentours ou de l'environnement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.4 Blindage spatial extérieur

Le blindage spatial atténue le champ magnétique à l'intérieur d'une structure causés par la foudre ou à proximité de l'objet et réduit les surtensions interne.

Ceci peut être réalisé par un réseau maillé de liaison équipotentielle entremêlée dans lequel toutes les parties conductrices de la structure et les systèmes internes sont intégrées. Par conséquent, le bouclier spatial externe / interne est seulement une partie d'une structure de bâtiment blindé. Il faut remarquer que

les blindages et les conduits métalliques soient reliés à une borne d'équipotentialité, et que le matériel soit connecté à la même borne d'équipotentialité. du bâtiment. Dans ce contexte, les exigences normatives en vigueur doivent être respectées.

Couverture de la structure Chais C16:

- Pas de blindage

7. Analyse des risques

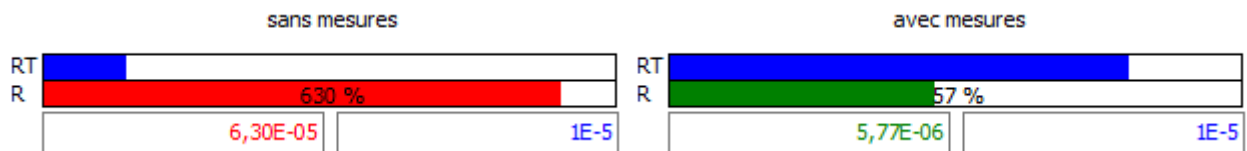
Comme décrit dans 4.1, les risques suivants selon 7. ont été évalués. La barre bleue indique la valeur de risque tolérable et la barre verte / rouge indique le risque déterminé.

7.1 Risque R1, vie humaine

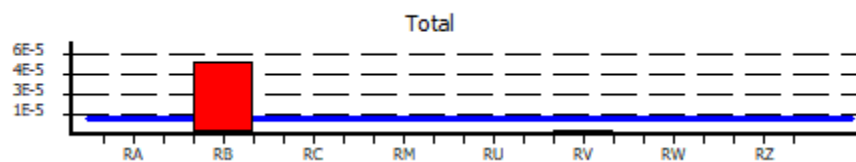
Le risque suivant a été déterminé pour les personnes à l'extérieur et à l'intérieur de la structure Chais C16:

Risque tolérable R_T : 1,00E-05
 Calcul du risque R1 (sans protection): 6,30E-05

Calcul du risque R1 (protégé): 5,77E-06



Le risque R1 consiste à suivre les composantes du risque:



Pour réduire le risque, il est nécessaire de prendre des mesures, comme décrit dans 7.

7.2 Sélection des mesures de protection

Le risque a été réduit à un niveau acceptable en sélectionnant les mesures de protection suivantes.

Cette sélection de mesures de protection fait partie de la gestion du risque pour l'objet Chais C16 et n'est valable que dans le cadre de cet objet.

Mesures Avec protection/état recherché:

Région	Mesures	Facteur
	ρB: Système de protection contre la foudre SPF Classe SPF III	1.000E-01
	ρEB: Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF III ou IV	3.000E-02

8. Obligation légale

L'analyse des risques effectuée réfère aux informations fournies par l'exploitant et / ou propriétaire du bâtiment ou de l'expert qui a été supposé, évalués ou défini sur place les différentes informations. Veuillez noter que ces informations doivent être vérifiées après évaluation.

La procédure du logiciel DEHNsupport pour le calcul des risques est basée sur la norme NF EN 62305-2:2006.

Merci de noter que toutes les hypothèses, les documents, les illustrations, les dessins, les dimensions, les paramètres et les résultats ne sont pas juridiquement contraignant pour la personne qui effectue l'analyse des risques.

Le 15/10/2020,

TelComTec

Parc Lavoisier - 60 Rue Fourcroy - BP45

59494 PETITE-FORET

Tél. +33(0)3 27 14 71 70

www.telcomtec.fr

E-mail : contact@telcomtec.fr

Siège social - S.A.S SVEE Industrie

SIRET 433 875 978 00051

9. Information générale

9.1 Components of the external lightning protection system

Les composants de protection contre la foudre utilisés pour faire un système de protection extérieure contre la foudre doivent être conformes aux exigences mécaniques et électriques définies dans la série de norme NF EN 50164. Cette série de normes est par exemple divisée en parties:

- | | |
|----------------------|---|
| - NF EN 50164-1:2008 | Prescriptions pour les composants de connexion |
| - NF EN 50164-2:2008 | Caractéristiques des conducteurs et des électrodes de terre |
| - NF EN 50164-3:2006 | Prescriptions pour les éclateurs d'isolement |
| - NF EN 50164-4:2008 | Prescriptions pour les fixations de conducteur |
| - NF EN 50164-5:2009 | Exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre |

9.1.1 NF EN 50164-1:2008 Prescriptions pour les composants de connexion

Pour l'installateur d'un système de protection contre la foudre, cela signifie que les éléments de connexion doivent pouvoir être sélectionnés sur le lieu d'installation en fonction de la décharge prévue (**H** ou **N**). Ainsi, par exemple pour une pointe de capture (courant de foudre complet), on utilisera une borne pour décharge **H** (100 kA) et par exemple pour une maille ou pour une barre de terre (courant de foudre déjà réparti), on utilisera une borne pour décharge **N** (50 kA).

9.1.2 NF EN 50164-2:2008 Caractéristiques des conducteurs et des électrodes de terre

La norme NF EN 50164-2 pose également des exigences concrètes aux conducteurs tels que les conducteurs de capture et les conducteurs de descente ou aux électrodes de terre, par exemple aux boucles de terre, telles que:

- caractéristiques mécaniques (résistance minimale à la traction, déformation minimale à la rupture),
- caractéristiques électriques (résistance spécifique maximale) et
- caractéristiques anticorrosion (vieillessement artificiel comme décrit plus haut)

Dans la norme NF EN 50164-2, il est fait mention des exigences qui doivent être remplies par les électrodes de terre. Les exigences à respecter concernent le matériau, la géométrie, les dimensions minimales ainsi que les caractéristiques mécaniques et électriques.

9.1.3 NF EN 50164-3:2006 Prescriptions pour les éclateurs d'isolement

Les éclateurs peuvent être utilisés pour la séparation galvanique d'un système de mise à la terre.

D'après la norme NF EN 50164-3, les éclateurs doivent être dimensionnés de telle sorte que les composants lorsqu'ils sont installés selon les données du fabricant, ils doivent être fiables, stables et sûrs pour les personnes et les installations environnantes.

9.1.4 NF EN 50164-4:2008 Prescriptions pour les fixations de conducteur

La norme NF EN 50164-4 spécifie les exigences et essais pour les serre-câbles métalliques et non métalliques qui sont utilisés dans le cadre de lignes de pêche et ses dérivés.

9.1.5 NF EN 50164-5:2009 Exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre

D'après la norme NF EN 50164-5, les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre doivent être conçus et construits de sorte qu'ils soient fiables. S'ils sont utilisés correctement selon les données du fabricant, ils doivent être sans risque pour les personnes ou l'environnement.

10. Définition

Protection coordonnée par parafoudres (Parafoudres coordonnés)

Ensemble de parafoudres coordonnés choisis de manière appropriée et mis en oeuvre afin de réduire les défaillances des réseaux de puissance et de communication

Interfaces d'isolement

Dispositifs capables de réduire les chocs conduits sur les services pénétrant dans la ZPF. Ceci comprend des transformateurs d'isolement à écran mis à la terre entre les enroulements, les câbles à fibre optique non métalliques et les opto-isolateurs. Les caractéristiques de tenue d'isolement de ces dispositifs sont appropriées à la présente application de manière intrinsèque ou par parafoudre.

IEMF (impulsion électromagnétique de foudre)

Tous les effets électromagnétiques dus au courant de foudre par couplage résistif, inductif et capacitif qui crée des chocs de tension et des champs électromagnétiques.

PCLF (protection contre la foudre)

Installation complète de protection des structures contre les effets de la foudre, y compris ses réseaux internes et leurs contenus, ainsi que des personnes, comprenant généralement un SPF et une MPF

NPF (niveau de protection contre la foudre)

Nombre lié à un ensemble de valeurs de paramètres du courant de foudre et relatif à la probabilité que les valeurs de conception associées maximales et minimales ne seront pas dépassées lorsque la foudre apparaît de manière naturelle

SPF (système de protection contre la foudre)

Installation complète utilisée pour réduire les dangers de dommages physiques dus aux coups de foudre directs sur une structure

EB (liaison équipotentielle de foudre)

interconnexion des parties métalliques d'une installation de SPF, par des connexions directes ou par des parafoudres réduisant les différences de potentiel engendrées par le courant de foudre

SPD (parafoudre)

Dispositif conçu pour limiter les surtensions transitoires et évacuer les courants de choc. Il comporte au moins un composant non linéaire

Noeud

Point d'une ligne d'un service où la propagation d'un choc peut être négligée.

Des exemples de noeuds sont un point de connexion d'un transformateur HT/BT ou d'une sous-station, un poste ou matériel de télécommunication (par exemple multiplexeur ou matériel xDSL) d'une ligne de communication

Dommages physiques

Dommage touchant la structure (ou son contenu) et dû aux effets mécaniques, thermiques, chimiques et explosifs de la foudre.

Blessures d'êtres vivants

Blessures, y compris la mort, de personnes ou d'animaux par choc électrique en raison des tensions de contact et de pas dues à la foudre

Risque R

Mesure de la perte annuelle moyenne probable (personnes et biens) due à la foudre, par rapport à la valeur totale (personnes et biens) de la structure à protéger

Zone d'une structure ZS



Partie d'une structure dont les caractéristiques sont homogènes et dans laquelle un seul jeu de paramètres est utilisé pour l'évaluation d'une composante du risque

ZPF (zone de protection contre la foudre)

Zone dans laquelle l'environnement électromagnétique de foudre est défini. Les frontières d'une ZPF ne sont pas nécessairement physiques (par exemple parois, plancher, plafond).

Blindage magnétique

Grillage métallique fermé ou écran continu entourant la structure à protéger, ou une partie de celle-ci, afin de réduire les défaillances des réseaux de puissance et de communication

Câble de protection contre la foudre

Câble spécial présentant une résistance diélectrique élevée et dont la gaine métallique est en contact continu avec le sol, directement ou au moyen d'un revêtement plastique conducteur

Conduit de protection contre la foudre

Conduit de faible résistivité en contact avec le sol (béton armé avec connexion aux structures métalliques internes ou conduit métallique).