

333 cours du 3^{ème} Millénaire - 69800 SAINT-PRIEST - France
Bâtiment Le Pôle – 2^{ème} étage
Tél. +33 (0)4 37 41 16 10
info@rg-consultant.com - www.rg-consultant.com

8 Rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France
Tél. +33 (0)6 79 97 46 02
info@rg-consultant.com - www.rg-consultant.com



ETUDE TECHNIQUE Foudre

QUARTIER TOUSSAINT - 48 RT

**Projet de Magasin de munitions
AGEN (47)**



QUARTIER TOUSSAINT - 48 RT

Projet de Magasin de munitions AGEN (47)

Référence document
RGC 30 075



RESUME :

Ce document représente l'Etude Technique Foudre du projet de construction d'un Magasin de munitions sur le site du **QUARTIER TOUSSAINT - 48 RT** en situé sur la commune de **AGEN** dans le département du **LOT ET GARONNE (47)**.

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par la société l'**ESID DE BORDEAUX** dans le cadre de la prévention et de la protection contre le risque foudre.

L'objectif est de rendre les installations ICPE en conformité vis-à-vis de l'arrêté du 29 février 2008 modifié.

Il comprend : l'Etude Technique des spécifications de la protection contre les effets directs et indirects de la foudre, les mesures de prévention, ainsi qu'un tableau de synthèse des actions à entreprendre, qu'elles soient obligatoires ou optionnelles.

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : Nicolas ALNET Société : RG Consultant Date : 15/03/2024 Visa 	Nom : Martin GOIFFON Société : RG CONSULTANT Date : 15/03/2024 	A

DIFFUSION :

ESID Bordeaux Service d'Infrastructure de la Défense 9, rue de Cursol – CS 21152 33068 BORDEAUX Cedex	RG CONSULTANT 333 cours du 3ème Millénaire 69800 SAINT-PRIEST Bâtiment Le Pôle – 2ème étage Tél. +33 (0)4 37 41 16 10 info@rg-consultant.com www.rg-consultant.com
---	--

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 30 075	15/03/2024	Etude Technique Foudre

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR **L'ESID DE BORDEAUX**

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Oui	Descriptif Magasin Munition AGEN
Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant)	Oui	Rubrique ICPE n° 4220 soumis à Déclaration
P.O.I (Plan d'Opération Interne)	Non	
Liste et implantation des EIPS ou MMR	Non	
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	Oui	AVP_7_FUTUR _plan de masse partiel Réseaux EP - ELEC
Synoptique Courant fort	Oui	Synoptique poste HT – USID-AGEN-29-03-2023
Synoptique Courant faible	Non	
Plan de masse	Oui	Plan de masse Agen Plan niveau magasin
Plan de coupe	Oui	Coupe magasin
Plan des façades	Oui	Façade magasin
Plan de zonage ATEX	Oui	Présence de matières et objets explosibles de division de risque 1.3 et 1.4.
Analyse de Risque Foudre	Oui	RGC 30 074

Tableau 1 : Liste des documents

L'Etude Technique ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par **L'ESID DE BORDEAUX**, commanditaire de cette étude. En conséquence, la responsabilité de RG Consultant ne pourrait être remise en cause si :

- Les informations fournies se révèlent incomplètes ou inexactes,
- La non-présentation de certaines installations ou process,
- La présentation de l'entreprise est effectuée dans des conditions différentes des conditions réelles de fonctionnement,
- Des changements majeurs sont effectués postérieurement à la rédaction de ce document.

Enfin, il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	5
1.1	OBJET	5
1.2	PRESENTATION GENERALE DU SITE	6
2.	DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES	9
2.1	TEXTES RÉGLEMENTAIRES	9
2.2	NORMES DE REFERENCES	9
3.	MÉTHODOLOGIE	10
3.1	PRESENTATION GENERALE	10
3.2	LIMITE DE L'ÉTUDE TECHNIQUE	10
4.	CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	11
4.1	SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (SPF)	11
4.2	MESURES DE PREVENTION EN CAS D'ORAGE	12
5.	DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS	13
5.1	CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS	13
5.1.1	<i>Réseau Normal</i>	<i>13</i>
5.1.1	<i>Réseau Secouru</i>	<i>14</i>
5.1.2	<i>Réseau Ondulé</i>	<i>14</i>
5.1.3	<i>Réseau photovoltaïque</i>	<i>14</i>
5.2	CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES	14
5.3	PROTECTION INCENDIE	15
5.4	MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS	15
5.5	LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES	15
5.6	SITUATIONS RÉGLEMENTAIRES	15
5.7	ZONES A RISQUES D'EXPLOSION	16
5.8	MESURES DE MAITRISE DES RISQUES	17
6.	TRAVAUX A REALISER - EFFETS DIRECTS DE LA Foudre	18
6.1	DISPOSITIONS GENERALES	18
6.2	DIFFERENTS TYPES D'I.E.P.F.	18
6.3	CHOIX DU TYPE D'I.E.P.F.	21
6.4	MISE EN ŒUVRE DE L'I.E.P.F.	21
6.4.1	<i>Magasin de munition</i>	<i>21</i>
6.4.2	<i>Dispositifs de descente et mise à la terre</i>	<i>24</i>
6.5	MISE A LA TERRE DES CANALISATIONS	30
7.	TRAVAUX A REALISER - EFFETS INDIRECTS DE LA Foudre	32
7.1	PROTECTION DES COURANTS FORTS	34
7.1.1	<i>Détermination des caractéristiques des parafoudres type I et I + II</i>	<i>34</i>
7.1.2	<i>Détermination des caractéristiques des parafoudres type II</i>	<i>36</i>
7.1.3	<i>Raccordement</i>	<i>38</i>
7.1.4	<i>Dispositif de deconnexion</i>	<i>38</i>
7.2	PROTECTION DES LIGNES DE TELECOMMUNICATION	40
7.2.1	<i>Protection par parafoudre</i>	<i>40</i>
7.2.2	<i>Protection par écrantage de ligne</i>	<i>41</i>
8.	PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX	42
9.	REALISATION DES TRAVAUX	43
10.	VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS	43

10.1	VERIFICATION INITIALE.....	43
10.2	VERIFICATIONS PERIODIQUES	44
10.3	VERIFICATIONS SUPPLEMENTAIRES	44
11.	TABLEAU DE SYNTHESE	45

ANNEXES

Annexe 1 : Note de calcul de la distance de séparation

Annexe 2 : Notice de Vérification et de Maintenance

Annexe 3 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

Dans le cadre de la création d'un Magasin de munitions sur le **QUARTIER TOUSSAINT - 48 RT** basé sur la commune de **AGEN**, une Etude Technique est réalisée.

Le magasin de munitions est soumis à la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, et est concerné par l'arrêté du 29 février 2008 modifié.

L'Etude Technique, objet de ce document, est menée sur la base des résultats de l'Analyse du Risque Foudre réalisée par **RG CONSULTANT**, détaillés dans le rapport **RGC 30 074**.

L'objectif de l'Etude Technique est de détailler les mesures de protection à mettre en œuvre qu'elles soient contre les effets directs (IEPF) ou indirects (IIPF) à savoir :

- Description des méthodes de conception utilisées pour les IEPF ;
- Préconisation des mesures de protection à mettre en œuvre en proposant les solutions les mieux adaptées et les plus rationnelles ;
- Description des protections internes (liaisons équipotentielle, parafoudres) ;
- Description des mesures de prévention à mettre en place en cas d'orage.

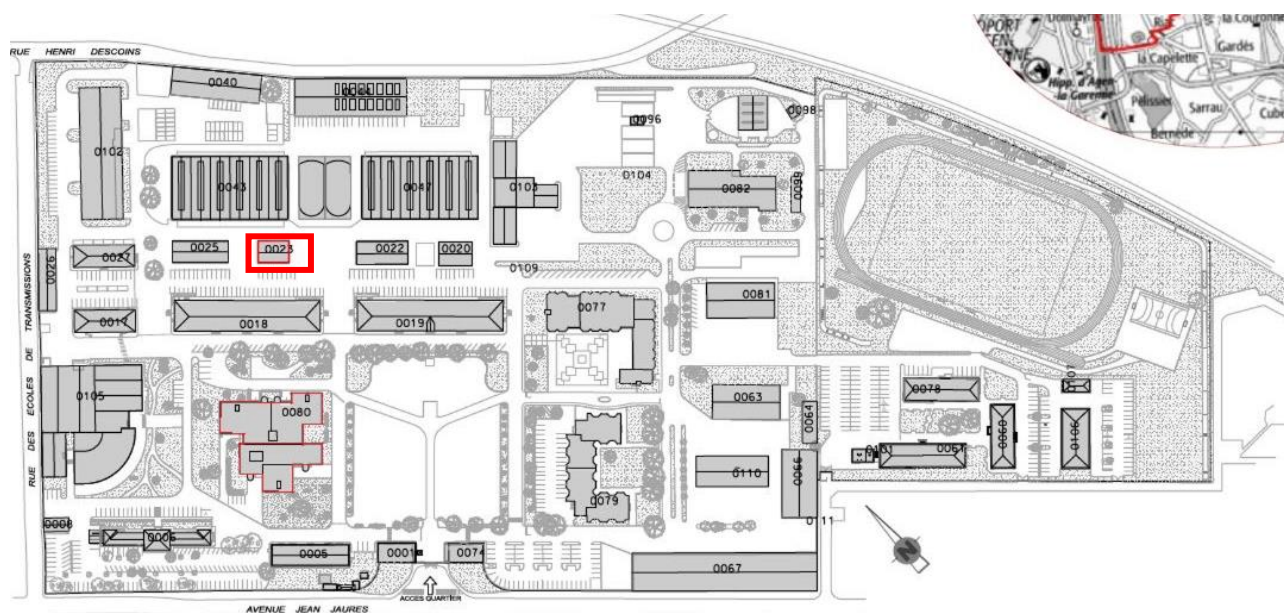
1.2 Présentation générale du site

Le **48ème RT** est une unité subordonnée au Commandement des Systèmes d'Information et de Communication (COMSIC).

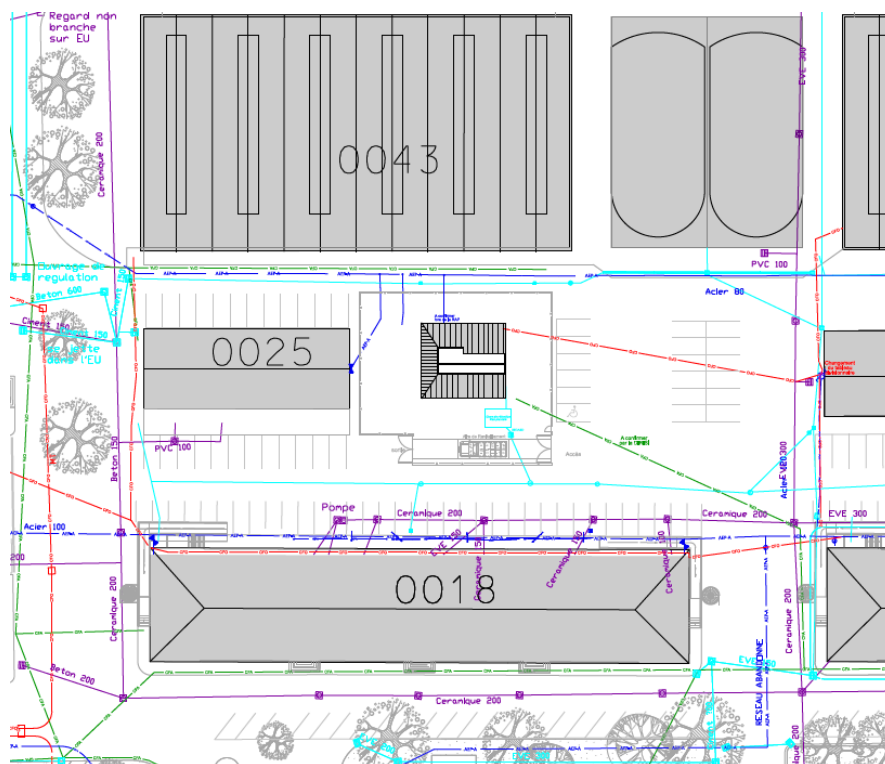
À ce titre, il est un régiment opérationnel qui a en charge des missions d'appui général tel que le déploiement, l'exploitation, l'administration et le soutien des réseaux et des systèmes d'information et de communication au profit des états-majors et postes de commandement à l'entraînement et en opération, mais aussi des missions d'appui direct.

Un futur magasin de munitions va être créé sur le site à la place du bâtiment 0023.

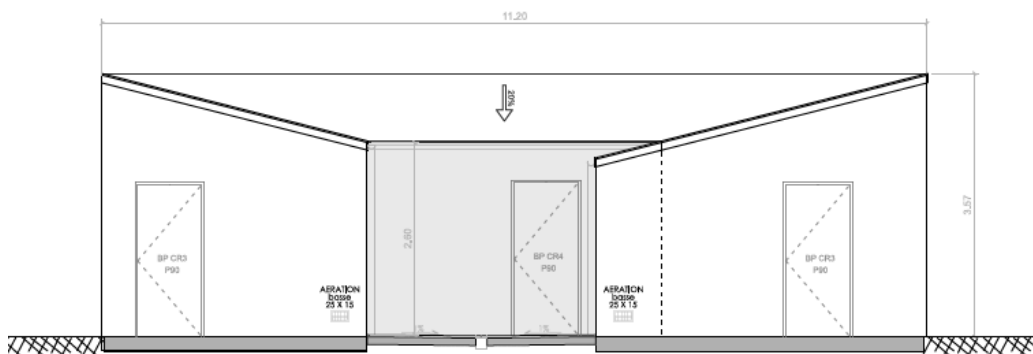
La protection des autres bâtiments du Quartier Toussaint ne rentre pas dans le cadre de cette étude.



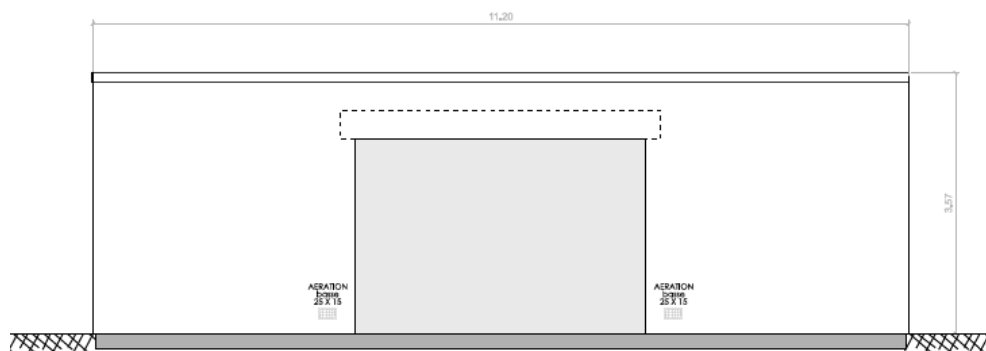
Plan 1 : Plan de masse du site – Localisation des 2 projets



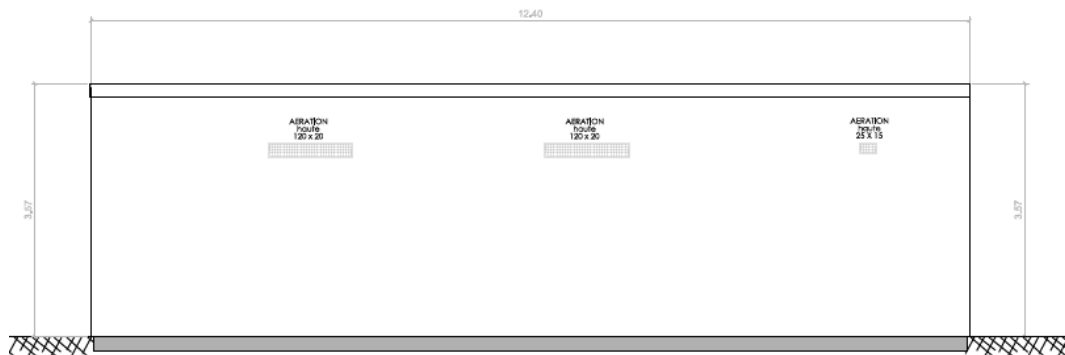
Plan 2 : Plan des réseaux sec du magasin de munitions



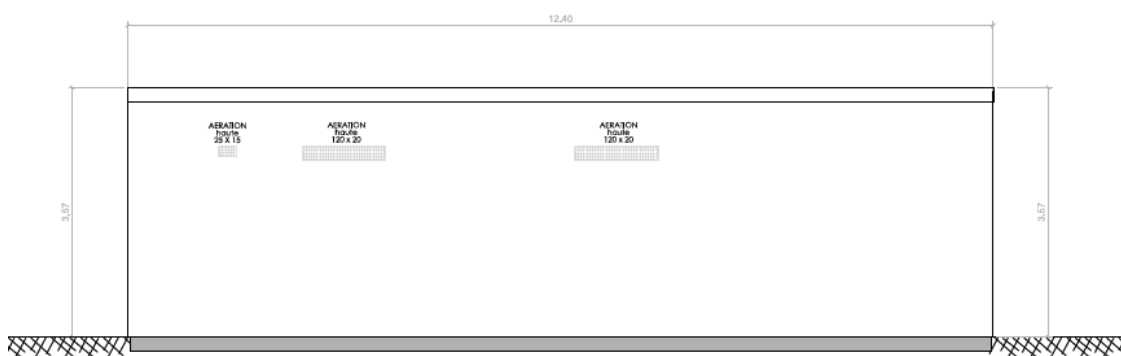
Plan 3 : Façade Sud-Est du magasin de munitions.



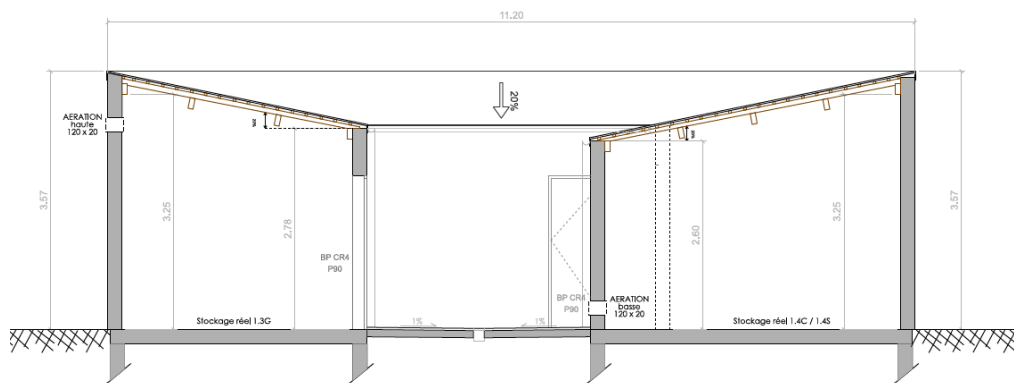
Plan 4 : Façade Nord-Ouest du magasin de munitions



Plan 5 : Façade Nord-Est du magasin de munitions



Plan 6 : Façade Sud-Ouest du magasin de munitions



Plan 7 : Coupe BB du magasin de munitions

2. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES

2.1 Textes réglementaires

Arrêté du 4 octobre 2010 modifié relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.

Arrêté du 29 février 2008 relative aux prescriptions générales applicables aux installations soumises à déclaration sous la rubrique n° **4220**.

Décret n° 2013-973 du 29 octobre 2013 relatif à la prévention des risques particuliers auxquels les travailleurs sont exposés lors d'activités pyrotechniques. Applicable au 1^{er} juillet 2014 et codifié dans les articles R.4462-1 à R.4462-36 du code du travail.

2.2 Normes de références

NF EN 62 305-1 (C 17-100-1) – Novembre 2013 [Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux].

NF EN 62 305-2 (C 17-100-2) – Décembre 2012 [Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Évaluation du risque].

NF EN 62 305-3 (C 17-100-3) – Décembre 2012 [Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains].

NF EN 62 305-4 (C 17-100-4) – Décembre 2012 [Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures].

NF C 17-102 – septembre 2011 [Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage].

NF C 15-100 – octobre 2010 [Installations électriques basse tension].

Guide UTE C 15-443 – août 2004 [Protection des installations électriques à basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres].

NF EN 61 643-11 – mai 2014 [Parafoudres pour installation basse tension].

NF EN 61 643-12 – Parafoudres BT

NF EN 61 643-21 – novembre 2001 [Parafoudres BT]

NF EN 61 643-21_A1 – juin 2009 [Parafoudres BT]

NF EN 61 643-21_A2 – juillet 2013 [Parafoudres BT]

CEI 61 643-22 – novembre 2004 [Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications – Principes de choix et d'application].

NF EN 62561-1/2/3/4/5/6/7 – Composants de système de protection contre la foudre (CSPF)

Guide UTE C 15-712 - Juillet 2010 [Installations photovoltaïques]

NF EN 61 643-32 – mai 2017 [Parafoudres pour installation photovoltaïque].

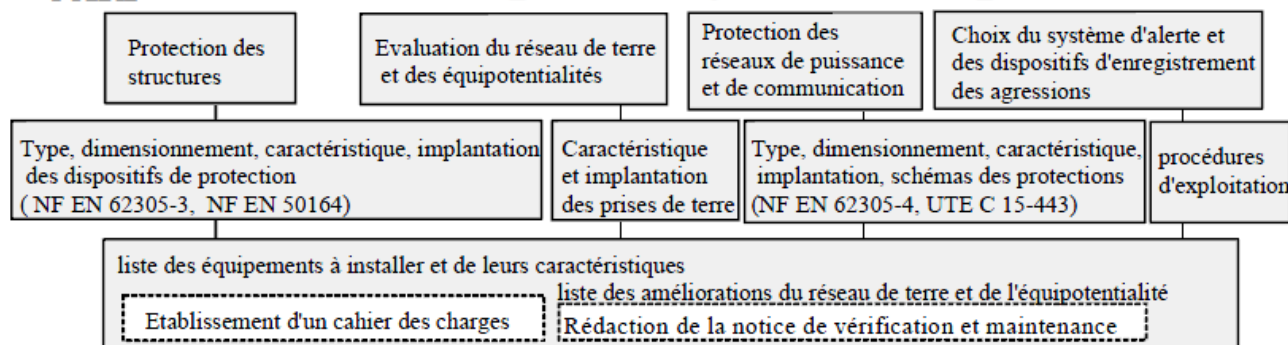
3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Présentation générale

Le déroulement de l'Étude Technique est réalisé suivant la méthodologie décrite ci-dessous :

Selon
l'ARF

Etude technique du système de protection



3.2 Limite de l'Étude Technique

L'Étude Technique réglementaire, traitée dans le présent document, ne concerne que le risque de type R1 (perte de vie humaine) et les risques de dommages aux matériels électriques et électroniques.

Elle ne concerne pas :

- les risques de pertes de valeurs économiques (risque R4).

4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

4.1 Système de protection contre la foudre (SPF)

- Le tableau suivant synthétise les mesures de protection à mettre en place suivant les calculs de risques :

Structure	Protection effets directs	Protection effets indirects
Magasin de munitions	Risque Tolérable	Protection de niveau II

Tableau 2: Synthèse des protections foudre

En accord avec l'arrêté du 29 février 2008 et son article 2.12. « Prises de terre et paratonnerres » (Voir ci-dessous), **indépendamment du résultat de l'ARF RGC 29 962, le magasin de munitions sera protégé contre la foudre.**

« Les bâtiments de stockage sont équipés de moyens de protection efficaces contre la foudre selon les normes en vigueur.

Les agressions de la foudre sur le site sont enregistrées. Le registre est tenu à disposition de l'inspection des installations classées. En cas de coup de foudre enregistré, une vérification visuelle des dispositifs de protection concernés est réalisée.

Objet du contrôle :

- les bâtiments de stockage sont équipés de moyens de protection contre la foudre (le non-respect de ce point relève d'une non-conformité majeure) ;
- présence du registre comptabilisant les agressions de la foudre sur le site. »

Suivant la note 2 de la norme NF EN 62305-2 de décembre 2012, et comme l'activité orageuse est reconnu comme modérée par Météorage, il sera retenu pour le magasin de munitions un niveau de protection II, pour les effets directs et indirects.

« NOTE 2 Lorsque l'autorité de juridiction exige une protection contre la foudre des structures avec risque d'explosion, il convient d'adopter au moins un SPF de classe II. Des exceptions à l'utilisation d'une protection contre la foudre de niveau II peuvent être admises lorsqu'elles sont justifiées d'un point de vue technique et autorisées par l'autorité de juridiction. Par exemple, l'utilisation d'une protection contre la foudre de niveau I est admise dans tous les cas, notamment lorsque les environnements ou le contenu de la structure sont exceptionnellement sensibles aux effets de la foudre. De plus, les autorités de juridiction peuvent décider d'autoriser des systèmes de protection contre la foudre de niveau III lorsque la rareté de l'activité de foudre et/ou l'insensibilité du contenu de la structure le garantit. »

- Le tableau suivant synthétise les mesures de protection à mettre en place suivant la réglementation :

Structure	Protection effets directs	Protection effets indirects
Magasin de munitions	Protection de niveau II	Protection de niveau II

Tableau 3: Synthèse des protections foudre retenues

- Les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) suivantes sont à protéger :

Structure	Organes de sécurité
Magasin de munitions	Centrale de détection incendie
	Report d'alarme
	Centrale de détection intrusion

Tableau 4: Synthèse des MMR

- Des liaisons équipotentielle sont à prévoir pour les canalisations suivantes :

Zone	Nom
Magasin de munitions	Canalisations Eaux Pluviales (Si métallique)

Tableau 5: Synthèse des liaisons équipotentielles à prévoir

4.2 Mesures de prévention en cas d'orage

Prévention : L'Analyse de Risque Foudre ne prévoit pas la mise en place d'un système de détection d'orages. Néanmoins, A l'approche d'un orage, le dépotage et l'accès en toiture doivent être interdits ainsi que les interventions sur le réseau électrique et la présence de personnes à proximité des éventuelles descentes de paratonnerres. Cette prévention devra faire l'objet d'une information auprès du personnel et des sociétés extérieures au site, sur les risques de foudroiement direct et indirect.

5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS

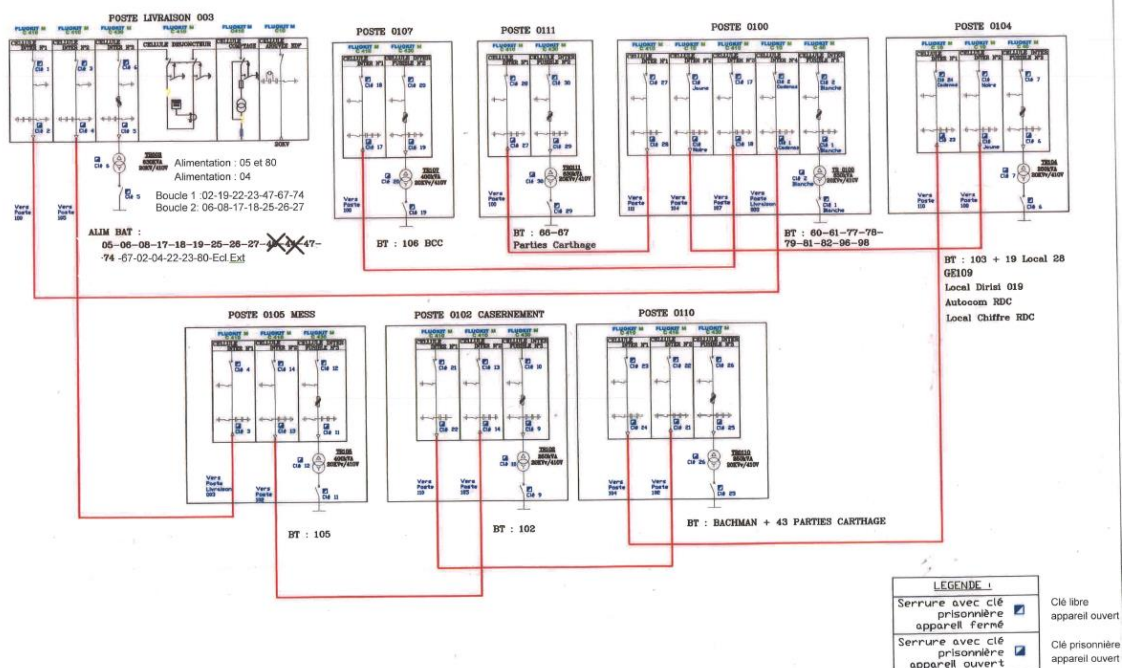
5.1 Caractéristiques des courants forts

5.1.1 Réseau Normal

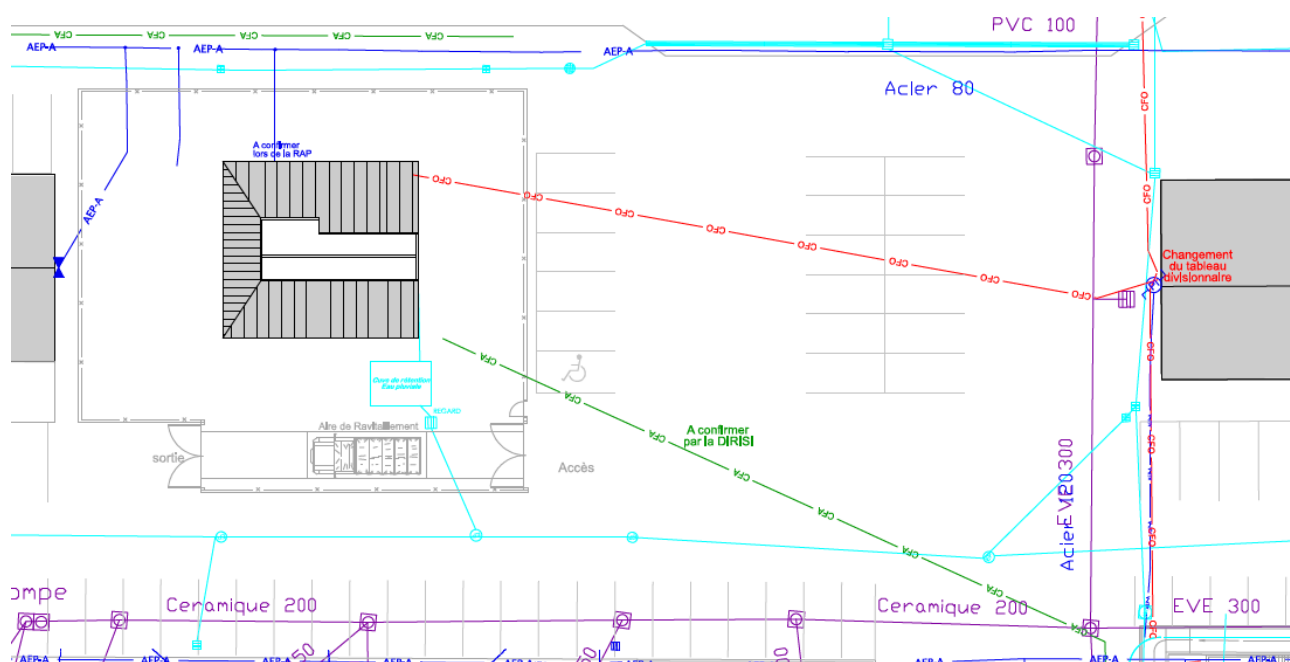
Le site est alimenté en haute tension 20kV via 1 poste de livraison (Bâtiment 003) et 7 postes annexes disposés sur la boucle HT du site.

Le magasin de munition sera alimenté depuis le tableau divisionnaire du bâtiment 022.

Le régime de neutre 410 V est TNC / TNS.



Plan 8 : Synoptique HT du Quartier Toussaint



Plan 9 : Plan des réseaux du magasin de munitions

5.1.1 Réseau Secouru

Il n'est pas prévu pour le magasin de munition de groupe électrogène de sécurité.

5.1.2 Réseau Ondulé

Le magasin de munition ne disposera pas de réseau ondulé.

5.1.3 Réseau photovoltaïque

Il n'est pas prévu dans le cadre de la construction du magasin de munitions la mise en œuvre d'installations photovoltaïques.

5.2 Caractéristiques des courants faibles

Le magasin de munition pourra être raccordé aux réseau téléphonique et informatique du site. Ce point sera à confirmer par la DIRISI. (Voir plan 17 : Plan des réseaux du magasin de munitions de ce document)

Pour l'Etude nous avons pris comme hypothèse la présence d'une ligne de report d'alarme vers le poste de garde.

Pour le bâtiment, les lignes de sécurité suivantes ont été identifiées :

- Ligne report d'alarme intrusion/incendie vers poste de garde du 48 RT.

5.3 Protection incendie

Le magasin de munitions sera équipé et doté des moyens de protection et de prévention suivants :

- Extincteurs,
- RIA,
- Désenfumage,
- Détection incendie, détecteur de fumée, avertisseurs sonores, déclencheurs manuels et automatiques...
- Centrale de détection incendie.

Du personnel est présent en permanence sur le site (PC du 48 RT) et est en charge d'alerter les secours en cas d'accident.

Le temps d'intervention du SDIS est inférieur à 10 minutes en cas d'alerte incendie sur site.

5.4 Mise à la terre des installations

La mise à la terre à fond de fouille n'est pas déterminée sur site à ce stade de l'étude.

5.5 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom	Nature	Mise à la terre
Magasin de munitions	Canalisations AEP	PER	Non concerné
	Canalisations Eaux Pluviales	A confirmer	Non

Source : Selon Retour d'expérience / expertise.

Tableau 6 : Canalisations

5.6 Situations Règlementaires

Les activités Classées au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement pour le magasin de munition sont les suivantes :

Rubrique	Désignation de la rubrique	Régime
4220	Stockage de produits explosifs (à l'exclusion des produits explosifs présents dans les espaces de vente des établissements recevant du public).	Déclaration

Tableau 7 : Rubriques ICPE

Cette rubrique est visée par l'arrêté du 29 février 2008 modifié. Les installations concernées sont donc soumises au respect des prescriptions de cet arrêté ministériel.

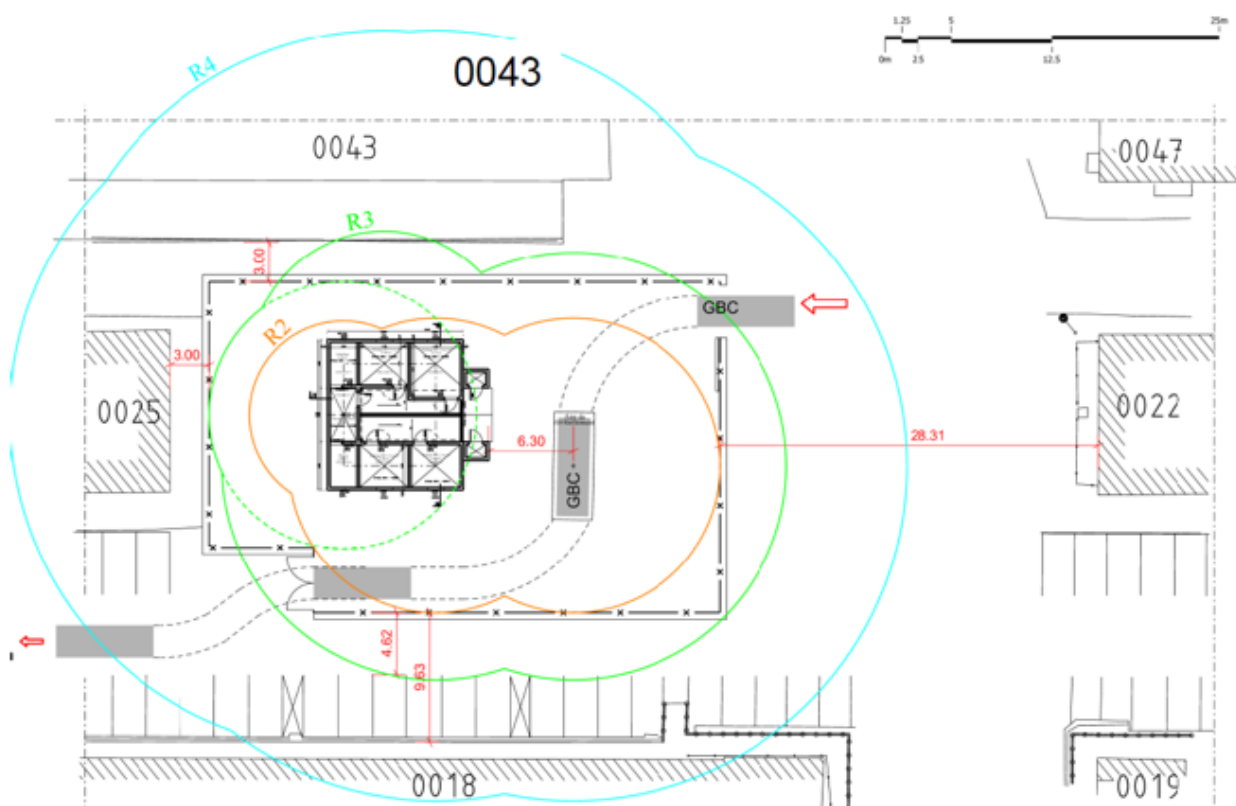
5.7 Zones à risques d'explosion

Pour rappel, suivant la norme NF EN 62 305 :

- Pour un risque d'explosion lié à une zone ATEX 1 ou 21 en accord avec la réglementation, le risque retenu est un risque d'incendie élevé,
- Pour un risque d'explosion lié à une zone ATEX 2 ou 22 en accord avec la réglementation, le risque retenu est un risque d'incendie faible, sauf si la charge calorifique du bâtiment, indique un risque d'incendie supérieur.
- Pour un risque d'explosion lié à une zone ATEX 0 ou 20, le risque d'explosion est retenu, sauf si la zone est contenue dans une structure métallique d'épaisseur conforme à la NF EN 62305-3, ou si la zone ne peut être rencontrée à l'extérieur des installations. (Zone ne pouvant être directement impactable par la foudre)

Pour le magasin de munitions, le bâtiment peut accueillir en équivalent TNT, 30kg de produits de DR (division de risque) 1.3, et 214 kg de produits de DR 1.4.

Du fait que la DR1.3, correspond à des matières et objet présentant un risque d'incendie avec un risque léger de souffle, ou de projection, ou des deux, sans risque d'explosion en masse et que la DR 1.4, correspond à des matières et objet ne présentant pas de risque notable ; il ne sera pas retenu pour le bâtiment de munition (bâtiment pyrotechnique) de risque d'explosion de masse, mais seulement un risque d'incendie élevé avec effet sortant du bâtiment comme indiqué sur le plan ci-dessous.



Plan 10 : Zone d'effet autour du magasin de munition

5.8 Mesures de maîtrise des risques

Les équipements dont la défaillance entraîne une interruption des moyens de sécurité et provoquant ainsi des conditions aggravantes à un risque d'accident sont à prendre en compte. La liste de ces équipements est la suivante avec leur susceptibilité à la foudre :

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Extincteur	Non
RIA	Non
Désenfumage	Non
Centrale de détection incendie	Oui
Report d'alarme	Oui
Centrale de détection intrusion	Oui

Tableau 8 : Liste des équipements de sécurité

Cette liste n'est pas exhaustive et pourra être complétée par le Maître d'ouvrage.

6. TRAVAUX A REALISER - EFFETS DIRECTS DE LA Foudre

6.1 Dispositions générales

Son rôle est :

- D'intercepter les courants de foudre directs.
- De conduire les courants de foudre vers la terre.
- De disperser les courants de foudre dans la terre.

On détermine 2 types de protection : **isolée** et **non isolée**.

Dans une IEPF **isolée**, les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière à ce que le trajet du courant de foudre maintienne une distance de séparation adéquate pour éviter les étincelles dangereuses (dans le cas de parois combustibles, de risque d'explosion et d'incendie, de contenus sensibles aux champs électromagnétiques de foudre).

Dans une IEPF **non isolée**, les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière à ce que le trajet du courant de foudre puisse être en contact avec la structure à protéger, ce qui est le cas pour la majorité des bâtiments.

6.2 Différents types d'I.E.P.F

Pour le système de capture, deux types de solutions peuvent être envisagés :

- La **protection par système passif** (norme NF EN 62305-3) consistant à répartir sur le bâtiment à protéger : des dispositifs de capture à faible rayon de couverture, des conducteurs de descente et des prises de terre foudre.

Ils peuvent être constitués par une combinaison des composants suivants :

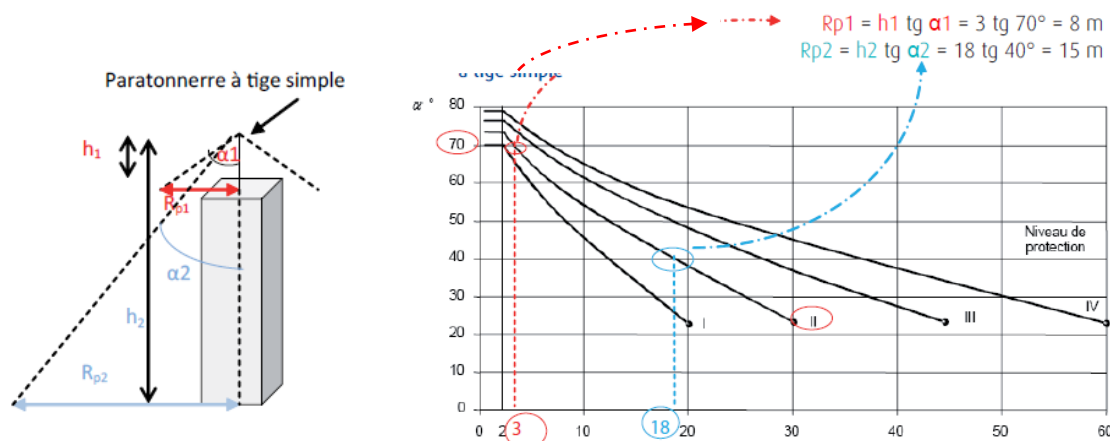
- Tiges simples,
- Fils tendus,
- Cages maillées et/ou composants naturels...

Ces composants doivent être installés aux coins, aux points exposés et sur les rebords suivant 3 méthodes :

○ Tiges simples

Ce type d'installation consiste en la mise en place d'un ou plusieurs paratonnerres à tiges simples, en partie haute des structures à protéger.

L'angle de protection concernant la zone protégée par ces tiges dépend du niveau de protection requis sur le bâtiment concerné et de la hauteur du dispositif de capture au-dessus du volume à protéger.



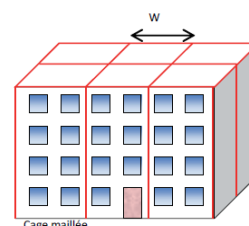
Détermination de l'angle de protection en fonction de la hauteur de la tige du paratonnerre et du niveau de protection

○ **Cages maillées**

La protection par cage maillée consiste en la réalisation sur le bâtiment d'une cage à mailles reliées à des prises de terre.

Le système à cage maillée répartit l'écoulement des courants de foudre entre les diverses descentes, et ceci d'autant mieux que les mailles sont plus serrées.

La largeur des mailles en toiture et la distance moyenne entre deux descentes dépendent du niveau de protection requis sur le bâtiment.



Niveau de protection Issu de l'ARF	Taille des mailles	Distances typiques entre les conducteurs (W)
IV	20 m x 20 m	20 m
III	15 m x 15 m	15 m
II	10 m x 10 m	10 m
I	5 m x 5 m	10 m

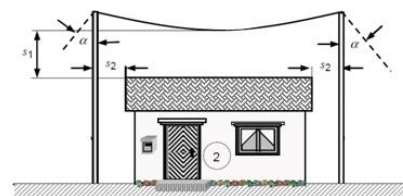
Largeur des mailles et distances habituelles entre les descentes et le ceinturage en fonction du niveau de protection

○ **Fils tendus**

Ce système est composé d'un ou plusieurs conducteurs tendus au-dessus des installations à protéger.

Les conducteurs doivent être reliés à la terre à chacune de leur extrémité.

L'installation de fils tendus doit tenir compte de la tenue mécanique, de la nature de l'installation et des distances d'isolement.



➤ La **protection par système actif** (norme NF C 17-102) avec mise en place de Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA) dont le rayon de couverture est amélioré par un dispositif ionisant.

		Rayon de protection des PDA											
Niveau de protection		I			II			III			IV		
Avance à l'amorçage		30	40	60	30	40	60	30	40	60	30	40	60
Hauteur au-dessus de la surface à protéger	2	11,4	15,0	18,6	12,6	15,6	20,4	15,0	18,0	23,4	16,8	19,8	25,8
	4	22,8	30,6	37,8	25,8	31,2	41,4	30,6	36,0	46,8	34,2	40,2	51,0
	5	28,8	37,8	47,4	33,0	39,0	51,6	37,8	45,0	58,2	42,6	50,4	64,2

Le tableau ci-dessus tient compte du coefficient de réduction de 40 % appliqué aux rayons de protection des PDA, conformément à l'arrêté du 4 octobre 2010 concernant les ICPE.

Tableau 9 : Rayon de protection des PDA

Nota : il est également possible de combiner des solutions passives et actives en fonction de la configuration des structures à protéger.

Les avantages et inconvénients de chaque type de protection sont listés dans le tableau suivant :

	Système passif	Système actif (PDA)
Installation	Contraignante sur des structures complexes et pour des niveaux de protection sévères.	Simplifiée car moins de matériels à installer.
Maintenance	Simplifiée, pas d'élément actif à contrôler.	Problème du contrôle du bon fonctionnement de la partie active (accessibilité, moyens de contrôle spécifiques).
Efficacité	Basée sur le modèle électrogéométrique. Apporte également une réduction des perturbations électromagnétiques rayonnées.	En cas de défaillance du système actif la protection devient partielle.
Coût d'installation	Pouvant être élevé sur des structures importantes.	Les PDA étant actifs, leur coût est supérieur à celui d'une tige simple. L'installation est cependant moins contraignante, d'où un coût global d'installation moindre.

Tableau 10 : Avantages et inconvénients par SPF

6.3 Choix du type d'I.E.P.F

La surface du magasin de munition étant faible, nous conseillons de protéger le bâtiment à l'aide d'une protection par **cage maillées pour réduire les risques électromagnétiques**, car :

- Une solution de protection par paratonnerre à Dispositif d'Amorçage pourrait être plus onéreuse, et demanderait des paratonnerres testables à distance pour faciliter la maintenance.
- L'utilisation de composants naturels n'est pas possible car les éléments métalliques de construction ne permettent pas de constituer des parties du SPF,
- La protection par fils tendus serait complexe à mettre en œuvre et très onéreuse.

Les solutions proposées dans l'étude technique ont été étudiées en tenant compte du meilleur compromis entre les aspects techniques et économiques.

6.4 Mise en œuvre de l'I.E.P.F

6.4.1 Magasin de munition

6.4.1.1 Niveau de protection à atteindre

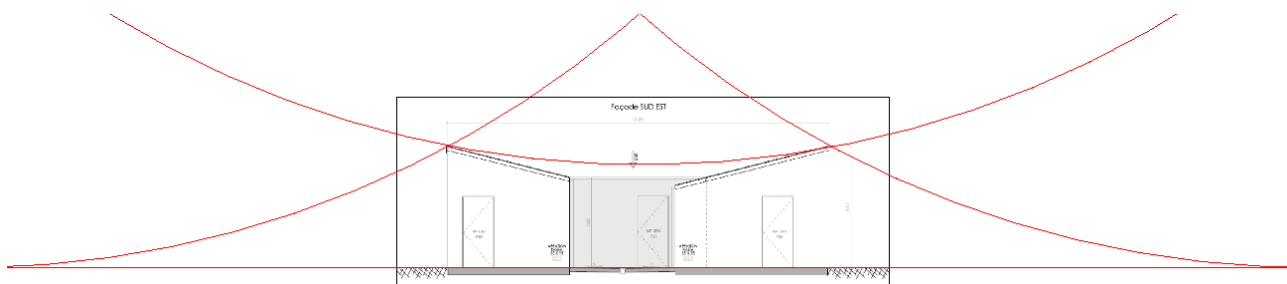
Le Bâtiment doit être protégé par un **SPF de niveau II**.

6.4.1.2 Dispositif de capture

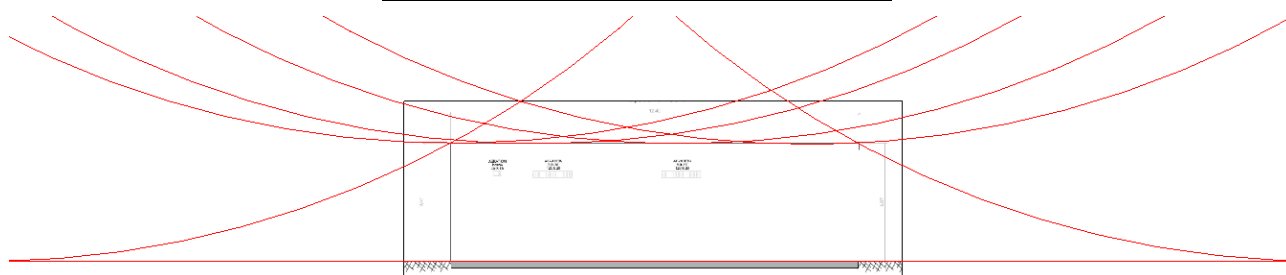
Les composants des dispositifs de capture doivent être situés aux points exposés et sur les arêtes du bâtiment conformément à la méthode des mailles, ou à la méthode de la sphère fictive.

Pour un niveau II de protection, en accord avec la norme NF EN 62 305-3, le rayon de sphère fictive est de 30 m et les mailles ont une dimension de 10 x 10 m.

Des systèmes de protection foudre doivent être mis en œuvre sur les arrêtes extérieures du bâtiment en forme de U, comme modélisé par la méthode de la sphère fictive.



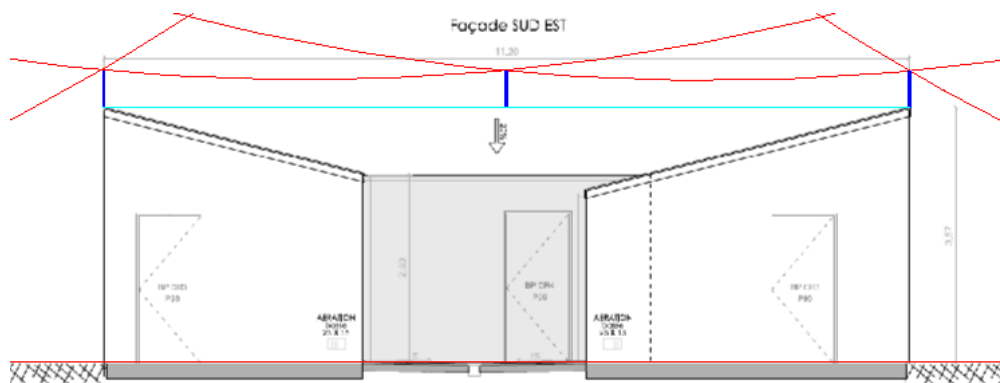
Plan 11 : Sphère fictive sur la façade sud Est



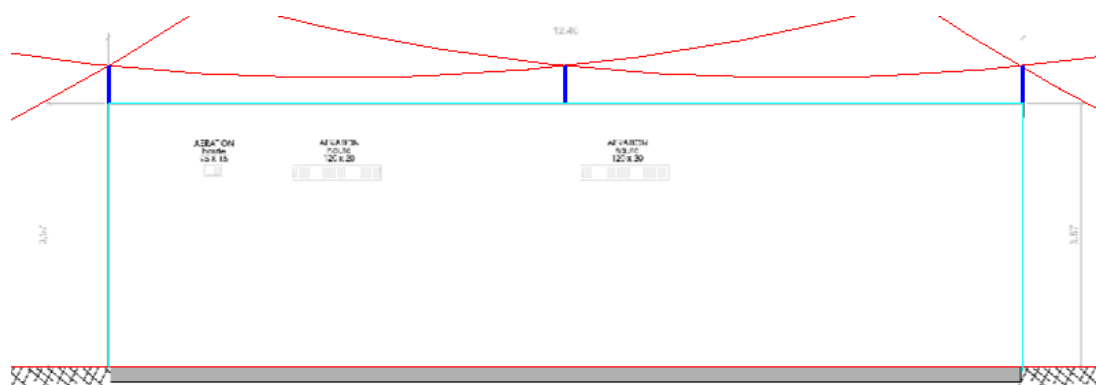
Plan 12 : Sphère fictive sur façade Sud-Ouest (Idem que façade Nord-Est)

Les travaux à mettre en œuvre sont :

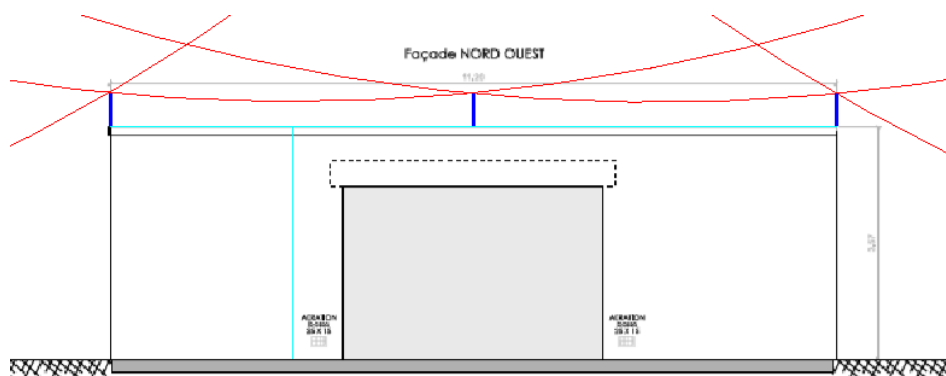
- La mise en œuvre d'un conducteur au faîtage des toitures,
- La mise en œuvre d'une pointe caprice de 50 cm, à chaque angle et au milieu des faitages des façades, soit 7 pointes caprices,
- L'interconnexion de chaque pointe caprice au conducteur de toiture,
- L'interconnexion du conducteur de toiture par 5 conducteurs de descentes au réseau de terre foudre.



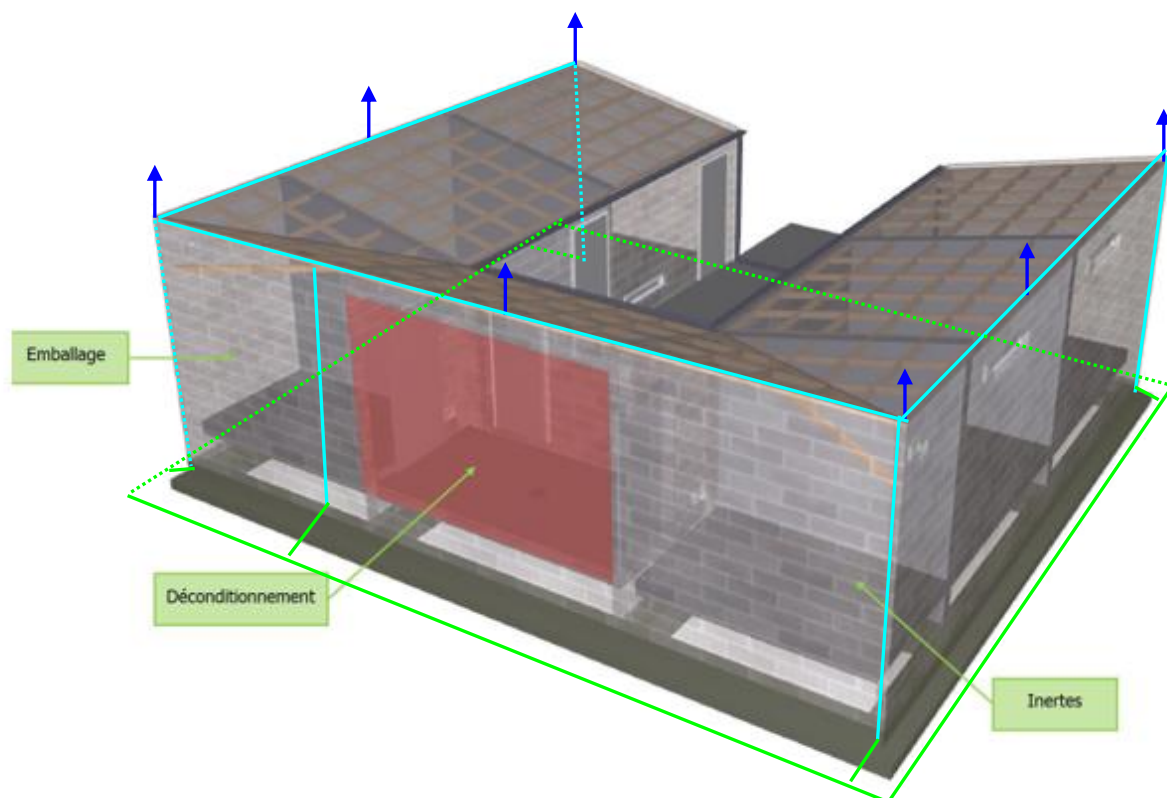
Plan 13 : Positionnement des pointes caprices et conducteurs en façade Sud Est



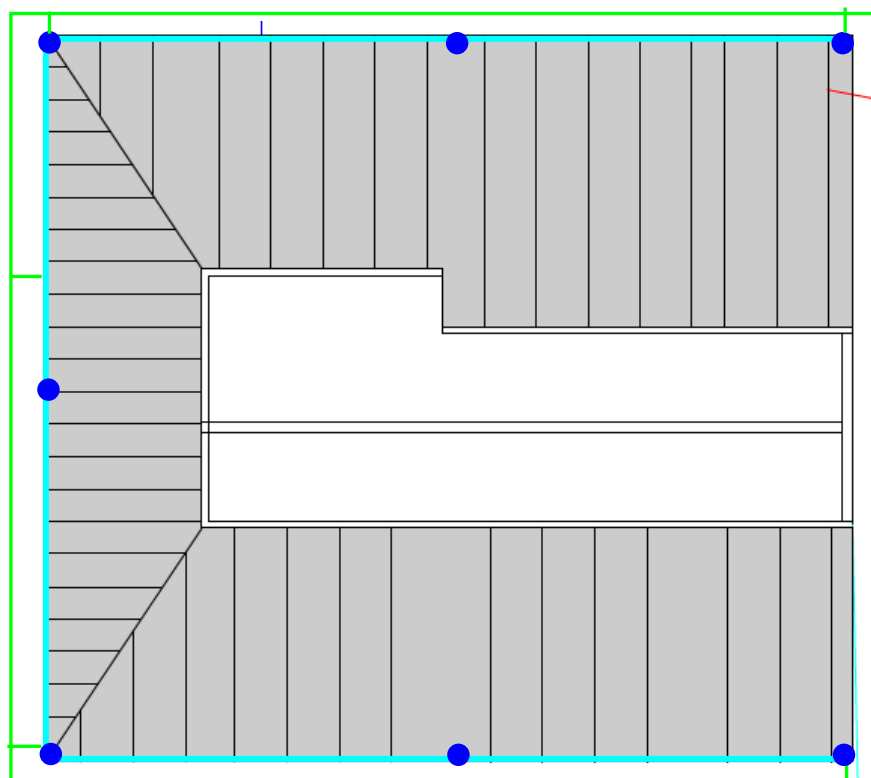
Plan 14 : Positionnement des pointes caprices et conducteurs en façades Sud-Ouest & Nord-Est



Plan 15 : Positionnement des pointes caprices et conducteurs en façade Nord-Ouest



Plan 16 : Principe de protection sur la vue 3D du magasin de munitions



Plan 17: Implantation des paratonnerres, conducteurs de descente et prises de terre

Légende :





	Sphère fictive de rayon 30 m. Niveau II de protection		Pointe caprice de 50 cm
	Conducteur de toiture et de descente à créer		Prise de terre de type B

Tableau 11 : Légende des I.E.P.F à installer

Afin de limiter le phénomène de tension de pas et de contact à proximité des descentes, des pancartes interdisant l'approche à moins de 3 mètres en cas d'orage devront être installées sur chaque descente.

Nota : Seule l'implantation des conducteurs de descente et des prises de terre proposées dans notre étude, pourra être modifiée par l'installateur lors de la réalisation des travaux, à la seule condition que tout soit conforme aux normes en vigueur.

6.4.2 Dispositifs de descente et mise à la terre

6.4.2.1 Conducteurs de descente

Pour un SPF à dispositif d'amorçage non isolé, chaque SPF doit être connecté à au moins deux conducteurs de descente.

La distance de séparation en toiture de la cage maillée est de :
(Le détail du calcul est présenté en annexe 1)

	Cage maillée
Distance de séparation dans l'air	0,3 m
Distance de séparation dans le béton	0,6 m

Tableau 12 : Distances de séparation

L'ensemble des masses métalliques mises à la terre et des carcasses des spots d'éclairages/caméras devront être interconnectés au dispositif de descente par un conducteur de même nature que celui-ci en cas de non-respect de cette distance de séparation.

Des conducteurs de descente isolants en totalité, ou une portion de conducteur isolant, pourront être mis en œuvre à l'endroit où passe le câble électrique, conformément à la TS IEC 62561-8 et en accord avec la FAQ Version 3.0 de Qualifoudre (Points B11 & C24), et les recommandations du fabricant.

Les courants forts/faibles devront être blindés (caméras, antenne hertzienne) ou protégés à l'aide de parafoudres (parafoudres BT et coaxiaux) en cas de non-respect de cette distance de séparation.

6.4.2.2 Cheminement des conducteurs de descente

Les conducteurs de descente doivent être installés de sorte que leurs cheminements soient aussi directs et aussi courts que possible, en évitant les angles vifs et les sections ascendantes.

Les conducteurs de descente ne doivent pas cheminer le long des canalisations électriques ou croiser ces dernières.

Les conducteurs de descente doivent être fixés en respectant le tableau suivant :

Disposition	Points de fixation pour conducteurs ruban, torsadés et ronds étirés et souples mm	Points de fixation pour conducteurs pleins ronds mm
Conducteurs horizontaux sur surfaces horizontales	1 000	1 000
Conducteurs horizontaux sur surfaces verticales	500	1 000
Conducteurs verticaux du sol jusqu'à 20 m	1 000	1 000
Conducteurs verticaux au-dessus de 20 m	500	1 000
NOTE 1 Ce tableau ne s'applique pas à des fixations préfabriquées, qui peuvent requérir des études particulières.		
NOTE 2 Il convient que la détermination des conditions d'environnement (c'est-à-dire la charge due au vent prévue) soit effectuée et il se peut que des points de fixation différents de ceux recommandés se révèlent nécessaires.		

Tableau 13 : Points de fixation pour les conducteurs de descente

Il convient que ces fixations soient adaptées aux supports et que leur installation n'altère pas l'étanchéité du toit. Les fixations par percements systématiques du conducteur de descente doivent être proscrites.

Tous les conducteurs doivent être connectés entre eux à l'aide de colliers ou raccords de nature identique, de soudures ou d'un brasage.

6.4.2.3 Matériaux et dimensions

Les matériaux et dimensions des conducteurs de descente devront respecter les prescriptions de la norme NF EN 62561.

Le tableau ci-dessous extrait de cette norme donne des exemples de matériau, configuration et section minimale des conducteurs de capture, des tiges et des conducteurs de descente.

Matériau	Configuration	Section minimale
Cuivre, cuivre étamé, acier galvanisé à chaud, acier inoxydable	Plaque pleine (épaisseur min. 2 mm)	50 mm ²
Aluminium	Plaque pleine (épaisseur min. 3 mm)	70 mm ²

Tableau 14: Nature des conducteurs de descente

6.4.2.4 Joint de contrôle

Chaque conducteur de descente doit être muni d'un joint de contrôle permettant de déconnecter la prise de terre pour procéder à des mesures.

Les joints de contrôle sont en général installés sur les conducteurs de descente en partie basse.

Pour les conducteurs de descente installés sur des parois métalliques ou les SPF non équipés de conducteurs de descente spécifiques, des joints de contrôle doivent être insérés entre chaque prise de terre et l'élément métallique auquel la prise de terre est connectée. Ils sont alors installés à l'intérieur d'un regard de visite (conforme à la NF EN 62561) comportant le symbole prise de terre.

6.4.2.5 Compteur de coups de foudre

Selon l'article 21 de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, les agressions de la foudre sur site doivent être enregistrées. Afin de comptabiliser les impacts de la foudre plusieurs solutions peuvent être envisagées :

- Un compteur de coups de foudre sur le conducteur de descente le plus direct du paratonnerre,
- Un compteur de coups de foudre au niveau du parafoudre de type 1 dans le TGBT,
- Un abonnement de télécomptage à Météorage.

Dans notre cas, la solution retenue est le compteur de coups de foudre sur un des conducteurs de descente de la cage maillée. Il doit être situé de préférence juste au-dessus du joint de contrôle et être conforme à la NF EN 62561. Il faut au minimum **un compteur pour le bâtiment.**

6.4.2.6 Autorisation d'intervention à proximité des réseaux

Au regard des obligations à respecter au titre de la réglementation applicable aux travaux exécutés à proximité d'ouvrages souterrains ou aériens (Code de l'environnement) et conformément à la norme NF S70-003-1 d'application obligatoire, le responsable de projet peut faire le choix d'une procédure de DT-DICT conjointe lorsque le projet concerne une opération unitaire dont la zone d'intervention géographique est très limitée et dont le temps de réalisation est très court.

L'entreprise qui réalisera l'installation devra, dans le cadre du marché privé ou public, effectuer la procédure de déclaration DT/DICT conjointe au moyen de tout formulaire et document nécessaires conformément à la réglementation en vigueur. De même, ses intervenants devront être qualifiés AIPR, afin de respecter la réglementation.

6.4.2.7 Prise de terre

Une prise de terre de type B (boucle) est à réaliser du fait que le bâtiment accueille des produits pyrotechniques, avec au total, **5 connexions entre le dispositif de capture et le réseau de terre de type B devront être réalisées.**

Cette disposition comprend soit une boucle extérieure à la structure en contact avec le sol sur une longueur d'au moins 80 % de la boucle, soit une prise de terre à fond de fouille, à condition qu'elle soit constituée d'un conducteur de 50 mm².

Pour la prise de terre de type B, le rayon géométrique moyen r_e de la surface délimitée par la dite prise de terre ne doit pas être inférieur à la valeur de l_1 :

$$r_e \geq l_1$$

ou l_1 est représenté par la figure ci-dessous. Si l_1 est supérieure à la valeur de r_e , des électrodes radiales, ou verticales supplémentaires doivent être ajoutées. Les longueurs individuelles l_r (horizontales) et l_v (verticales) étant obtenues à l'aide des formules suivantes :

$$l_r = l_1 - r_e$$

$$l_v = (l_1 - r_e) / 2$$

Il est recommandé que le nombre d'électrodes ne soit pas inférieur au nombre de conducteurs de descente.

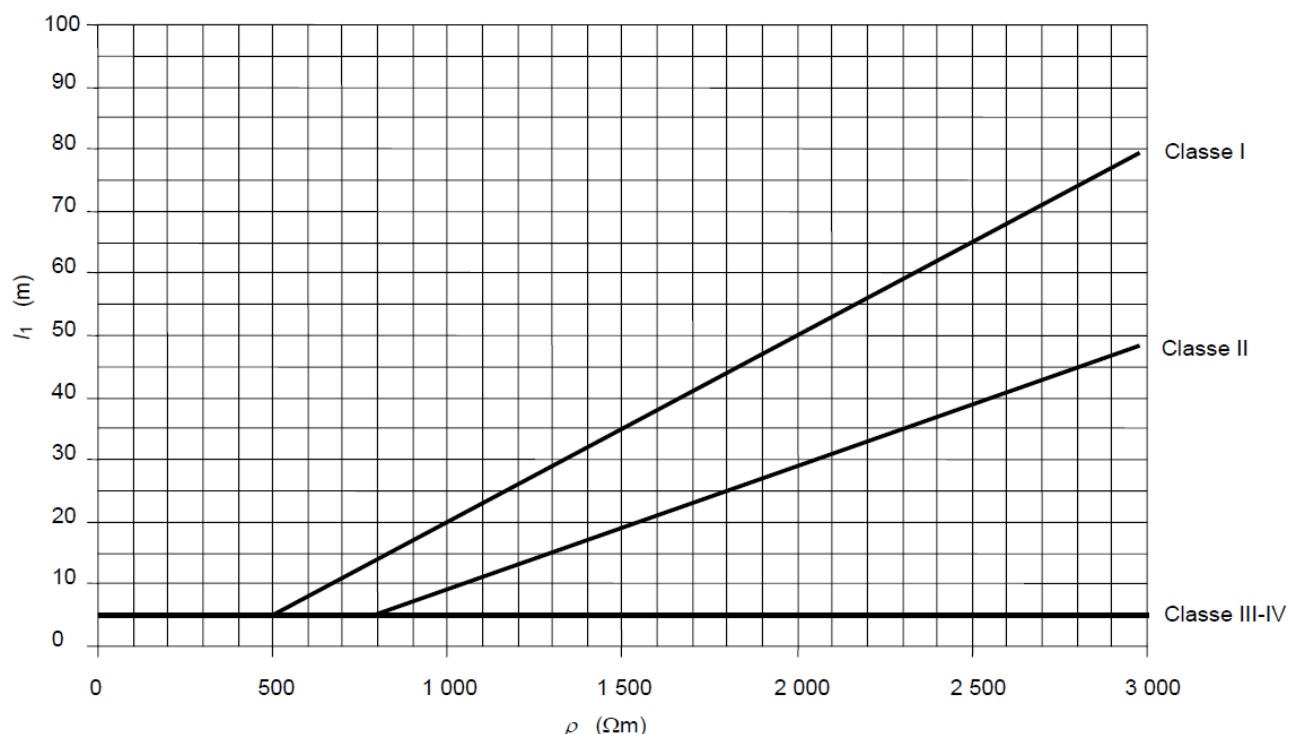


Figure 1 : longueur minimale l_1 de chaque électrode de terre selon le niveau de protection du SPF

Les longueurs minimales telles qu'indiquées à la Figure 3 peuvent ne pas être considérées, à condition qu'une prise de terre de résistance inférieure à 10 Ω soit réalisée

Par exemple, pour un niveau II de protection avec un sol de résistivité de 1050 Ωm, $L_1 = 10$ m. Pour le magasin de munitions ceinturage à fond de fouille possède un périmètre de 50 m. Le rayon moyen est donc de 7,9 m. Il faudra donc rajouter dans l'axe des descentes une électrode de 2,1 m horizontale, ou verticale de 1m.

Pour valider l'ajout d'électrodes dans l'axe de chaque descente, il faudra après les travaux de démolition du bâtiment 0023 et le décapage du sol, réaliser une mesure de résistivité du sol.

Les matériaux et dimensions des électrodes de terre devront respecter les prescriptions de la norme NF EN 62561.

Le tableau ci-dessous extrait de cette norme donne des exemples de matériau, configuration et dimensions minimales des électrodes de terre.

Matériau	Configuration	Dimensions minimales			Observations
		Tige de terre Ø mm	Conducteur de terre	Plaque de terre mm	
Cuivre	Torsadé ³⁾		50 mm ²		Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
	Rond plein ³⁾		50 mm ²		Diamètre 8 mm
	Plaque pleine ³⁾		50 mm ²		Epaisseur min. 2 mm
	Rond plein	15 ⁸⁾			Epaisseur min. paroi 2 mm
	Tuyau	20		500 x 500	Epaisseur min. 2 mm
	Plaque pleine			600 x 600	25 mm x 2 mm section Configuration de longueur minimale d'une plaque torsadée: 4,8 m
Acier	Rond plein galv. ^{1), 2)}	16 ⁹⁾	Diamètre 10 mm		Epaisseur min. paroi 2 mm
	Tuyau galv. ^{1), 2)}	25			Epaisseur min. 3 mm
	Bande pleine galv. ¹⁾		90 mm ²		Epaisseur min. 3 mm
	Plaque pleine galv. ¹⁾			500 x 500	30 mm x 3 mm section
	Treillis galv. ¹⁾			600 x 600	250 µm rayon minimum
	Rond cuivre plein revêtu ⁴⁾	14			Revêtement Cu de 99,9 %
	Rond plein nu ⁵⁾		Diamètre 10 mm		Epaisseur min 3 mm
	Nu ou galv. plaque pleine ^{5), 6)}		75 mm ²		Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
	Torsadé galv. ^{5) 6)}		70 mm ²		
	Profilé galvanisé en croix ¹⁾	50 x 50 x 3			
Acier (inoxy- dable ⁷⁾	Rond plein	15	Diamètre 10 mm		Epaisseur min. 2 mm
	Plaque pleine		100 mm ²		

Tableau 15 : Nature des prises de terre selon la norme

6.4.2.8 Equipotentialité des prises de terres

Il convient de connecter les prises de terre au fond de fouille du bâtiment (ou aux terres des masses électriques si leur section est suffisante et si acceptées au préalable par la maîtrise d'ouvrage) à l'aide d'un conducteur normalisé (voir NF EN 62561) par un dispositif déconnectable situé de préférence dans un regard de visite comportant le symbole « *Prise de terre* ».

Lors de la mise en place des fonds de fouille, les différents bâtiments du site devront avoir leurs fonds de fouilles respectifs reliés entre eux.

6.4.2.9 Condition de proximité

Les composants de la prise de terre du SPF à dispositif d'amorçage doivent être à au moins **2 m de toute canalisation métallique ou canalisation électrique enterrée** si ces canalisations ne sont pas connectées d'un point de vue électrique à la liaison équipotentielle principale de la structure.

Pour les sols dont la résistivité est supérieure à 500 Ω m, la distance minimum est portée à 5 m.

6.4.2.10 Tension de contact et de pas

Les risques sont réduits à un niveau tolérable si une des conditions suivantes est satisfaite :

- La probabilité pour que les personnes s'approchent et la durée de leur présence à l'extérieur de la structure et à proximité des conducteurs de descente est très faible.
- Les conducteurs naturels de descente sont constitués de plusieurs colonnes de la structure métallique de la structure ou de plusieurs poteaux en acier interconnectés, assurant leur continuité électrique.
- La résistivité de la couche de surface du sol, jusqu'à 3 m des conducteurs de descente, n'est pas inférieure à 5 kΩm.

Si aucune de ces conditions n'est satisfaite, des mesures de protection doivent être prises contre les lésions d'être vivants en raison des tensions de contact et de pas telles que :

- l'isolation des conducteurs de descente est assurée pour 100 kV, sous une impulsion de choc 1,2/50 µs, par exemple, par une épaisseur minimale de 3 mm en polyéthylène réticulé;
- des restrictions physiques et/ou des pancartes d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m.

Dans notre cas, la solution la plus adaptée est la mise en place de pancarte d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m.

6.5 Mise à la terre des canalisations

Il est rappelé que toutes les canalisations métalliques entrantes et sortantes devront être raccordées au réseau de terre et de masse du bâtiment à leur point de pénétration (liaisons avec les remontées de prise de terre de préférence) suivant le principe de la figure suivante. Ces liaisons d'interconnexion au réseau de terre du bâtiment sont notamment à faire au niveau des canalisations métalliques transportant des produits à risque (canalisations de gaz combustible et médicaux en particulier)

Ces liaisons devront se faire par l'intermédiaire d'un conducteur normalisé NF EN 62305-3.

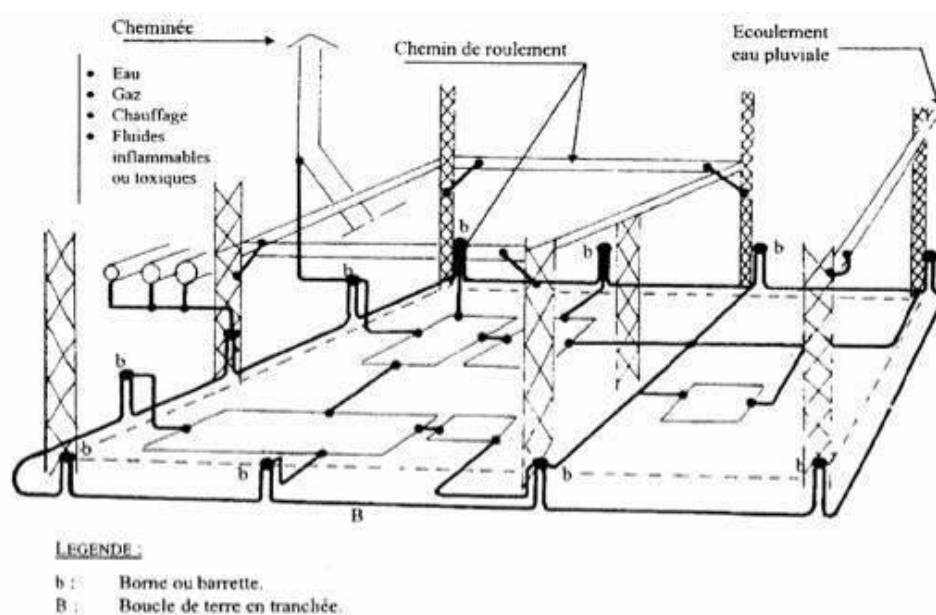


Figure 2: Principe général de mises à la terre

Zone	Nom	Mise à la terre
Magasin de munitions	Canalisations Eaux Pluviales	A réaliser (si métallique)

Tableau 16 : Canalisations entrantes

Elément d'équipotentialité		Matériau ^a	Section ^b mm ²
Barres d'équipotentialité (cuivre, acier à revêtement en cuivre ou acier galvanisé)		Cu, Fe	50
Conducteurs de connexion entre les barres d'équipotentialité et la prise de terre ou entre les autres barres d'équipotentialité (transportant la totalité ou une partie significative du courant de foudre)		Cu	16
		Al	25
		Fe	50
Conducteurs de connexion entre les installations internes métalliques et les barres d'équipotentialité (transportant un courant de foudre partiel)		Cu	6
		Al	10
		Fe	16
Conducteurs de mise à la terre avec le parafoudre (transportant la totalité ou une partie significative du courant de foudre) ^c	Classe I	Cu	16
	Classe II		6
	Classe III		1
	Autres parafoudres ^d		1

^a Il convient que les autres matériaux utilisés présentent des sections assurant une résistance équivalente.

^b Dans certains pays, il est possible d'utiliser des conducteurs de plus petites dimensions, à condition qu'ils satisfassent aux exigences thermiques et mécaniques- voir la CEI 62305-1:2010, Annexe D.

^c Pour les parafoudres utilisés dans des applications de puissance, des informations complémentaires relatives aux conducteurs de connexion sont données dans la CEI 60364-5-53 et dans la CEI 61643-12.

^d Les autres parafoudres incluent les parafoudres utilisés dans les réseaux de télécommunication et de signalisation

Tableau 17 : Sections minimales des éléments d'équipotentialité

7. TRAVAUX A REALISER - EFFETS INDIRECTS DE LA FOUDRE

Les résultats de l'analyse de risque aboutissent à une **protection obligatoire** contre les **effets indirects de niveau II pour le magasin de munition** du **QUARTIER TOUSSAINT - 48 RT** de **AGEN (47)**.

Une protection devra être mise en place :

- Au niveau de l'alimentation générale des bâtiments équipés de paratonnerres conformément aux obligations des normes NF EN 62305-4 et du guide UTE C 15-443.
- Sur les Équipements Importants Pour la Sécurité.
- Sur les canalisations conductrices provenant de l'extérieur des bâtiments (équipements en toiture, réseaux électriques, ...).

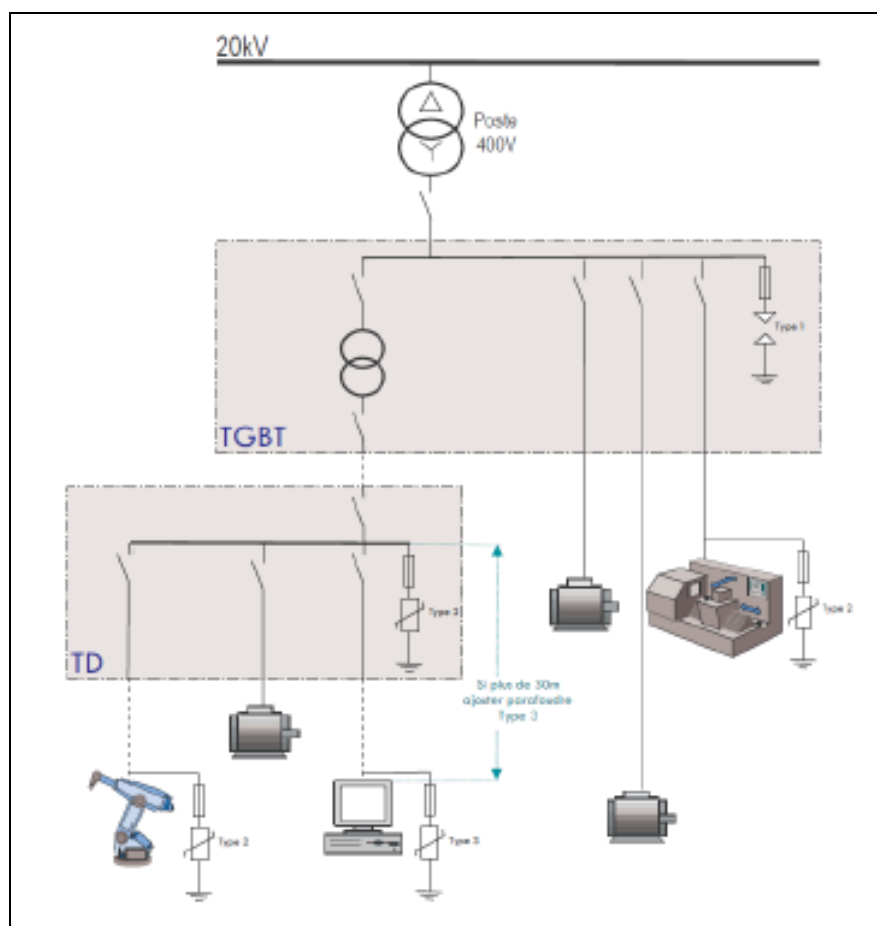


Figure 3 : Principe de protection par parafoudres

Nous préconisons :

Bâtiment	Armoire	Préconisation
<i>Magasin de munitions</i>	<i>TD</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2

Tableau 18 : Protection type 1

Bâtiment	Armoire	Préconisation
<i>Magasin de munitions</i>	<i>Centrale d'alarme Incendie</i>	Installation d'un Parafoudre de type 2*
	<i>Centrale d'alarme intrusion</i>	Installation d'un Parafoudre de type 2*

Tableau 19 : Protection type 2

Bâtiment	Installation	Préconisation
<i>Magasin de munitions</i>	<i>Report d'alarme vers PC</i>	<i>Parafoudres CFA de type 1 sur lignes télécom exploitées et mise à la terre des paires inertes</i>

Tableau 20 : Protection CFA

*a mettre en œuvre comme protection coordonnée, même si le parafoudre de type 1 est à moins de 10 m.

7.1 Protection des courants forts**7.1.1 Détermination des caractéristiques des parafoudres type I et I + II**

Ces protections sont conçues pour être utilisées sur des installations où le « risque foudre » est très important, notamment en présence de paratonnerre sur le site. Ces parafoudres doivent être soumis aux essais de classe I, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350 µs, représentatives du courant de foudre généré lors d'un impact direct.

Pour le dimensionnement des parafoudres de **TYPE 1**, la norme NF EN 62305 -1 précise que lorsque le courant de foudre s'écoule à la terre, il se divise en 2 :

- ⇒ 50 % vers les prises de terre ;
- ⇒ 50 % dans les éléments conducteurs et les réseaux pénétrant dans la structure.

Calcul du courant I_{imp} des parafoudres de type 1 (et type 1+2) :

Le courant I_{imp} est le courant que doit pouvoir écouler le parafoudre de type 1 sans être détruit.

Les parafoudres protégeant les lignes extérieures doivent avoir une tenue en courant compatible avec les valeurs maximales de la partie de courant de foudre qui va s'écouler à travers ces lignes.

Il dépend de :

- la moitié du courant crête du coup de foudre défini dans la NF EN 62305-1 (donné dans le tableau ci-dessous en fonction du niveau de protection).

I (kA)	P	Niveau de protection
100	0,05	IV et III
150	0,02	II
200	0,01	I
300	0,005	I+
600	0,001	I++

Tableau 21: Valeurs du courant de foudre direct I_{imp} maxi

- Du nombre de pôles.

Ce courant est donné par la formule suivante :

$$I_{imp} = \frac{0,5}{n \times m} \times I_{imp} \text{ max}$$

Où n est le nombre de réseaux rentrants incluant câbles électriques (excepté les lignes téléphoniques) et conduites métalliques et m nombre de pôles du câble électrique concerné.

	Magasin de munition
Régime de neutre	TN
Pour le n	1
Pour le m	4
$n \times m =$	4
Calcul niveau IV et III $(0,5 / (n \times m)) \times 100 =$	-
Calcul niveau II $(0,5 / (n \times m)) \times 150 =$	18,75

Tableau 22 : Calcul du I_{imp}

La norme NF C 15100 impose un minimum de **12,5 kA**.

On retrouve ainsi les résultats suivants :

Caractéristiques :

- Régime de neutre : **TN**
- Tension maximale en régime permanent : **$U_c \geq 253V$**
- Intensité de court-circuit à respecter : **$I_{cc} \geq I_{k3}$**
- Courant maximum de décharge (onde 10/350 μs) : **$I_{imp} \geq 18,75 \text{ kA}$ pour le magasin de munition**
- Niveau de protection : **$U_p \leq 1,5 \text{ kV}$**

Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion selon les préconisations du fabricant.

7.1.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II

La protection de Type 2, est dédiée à la protection contre les effets indirects de la foudre et a pour but de limiter la tension résiduelle de la protection primaire.

Il est donc **obligatoire** de prévoir l'installation, au niveau des armoires secondaires ou TD alimentant des équipements liés au MMR des parafoudres de Type 2 conformément à la norme **NF EN 62-305-4**.

Ces protections sont destinées à être installées à proximité des équipements sensibles. Ces parafoudres sont soumis à des tests en onde de courant 8/20µs (essais de classe II).

Ces parafoudres de type II sont à placer en **coordination** avec les parafoudres de type I (type I+II) implantés en amont.

En cas d'absence d'armoire divisionnaire à proximité des équipements à protéger, des coffrets parafoudre devront être installés.

Calcul du courant In des parafoudres de type 2 selon le Guide UTE C 15-443 :– **Evaluation du niveau d'exposition aux surtensions de foudre**

Le niveau d'exposition aux surtensions de foudre dénommé F est évalué par la formule suivante :

$$F = Nk (1,6 + 2.LBT + \delta)$$

Où :

- **Nk** : est le niveau kéraunique local (nombre de jours d'orages / an), $Nk = 13$ jours d'orage par an suivant les données Météorage, § 6.1 de l'ARF RGC 29 962.
- **LBT** : est la longueur en km de la ligne BT alimentant l'installation.
 - Pour des valeurs supérieures ou égales à 0,5 km, on retient $LBT = 0,5$.
- **δ** : est un coefficient prenant en compte la situation de la ligne et celle du bâtiment.
 - La valeur de δ est donnée dans le tableau ci-dessous.

Situation de la ligne (BT) et du bâtiment	Complètement entouré de structures	Quelques structures à proximité ou inconnue	Terrain plat ou découvert	Sur une crête, présence de plan d'eau, site montagneux
δ	0	0,5	0,75	1

Tableau 23: Valeurs de δ selon la situation de la ligne et du bâtiment

Application de la formule pour le magasin de munitions :

$$F = 13 \times (1,6 + (2 \times 0,05) + 0)$$

$$\text{Soit : } F = 22,10.$$

Le paramètre F est donc égal à 21,58 pour ce bâtiment.

– **Choix de I_n**

A l'origine d'une installation alimentée par le réseau de distribution publique, le courant nominal de décharge I_n recommandé est de 5 kA pour les parafoudres de type 2.

Une valeur plus élevée donnera une durée de vie plus longue.

Le tableau ci-dessous permet d'optimiser le choix de I_n en fonction du paramètre F :

Estimation du risque F	I_n (kA)
$F \leq 40$	5
$40 < F \leq 80$	10
$F > 80$	20

Tableau 24: Choix de I_n dans le cas des parafoudres de type 2

	Magasin de Munition
I_n (kA)	5 kA

Tableau 25: Résumé du I_n pour les bâtiments du site

Caractéristiques :

- Régime de neutre : **TN**
- Tension maximale en régime permanent **$U_c \geq 253V$**
- Intensité de court-circuit à respecter : **$I_{cc} \geq I_{k3}$**
- Courant nominal de décharge (onde 8/20 μs) **$I_n \geq 5 \text{ kA}$**
- Niveau de protection **$U_p \leq 1,5 \text{ kV}$**

Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion selon les préconisations du fabricant.

7.1.3 Raccordement

Les parafoudres seront raccordés au niveau du jeu de barres principal de l'armoire.

Le raccordement devra être réalisé de la manière la plus courte et la plus rectiligne possible afin de réduire la surface de boucle générée par le montage des câbles phases, neutre et PE.

La longueur cumulée de conducteurs parallèles de raccordement du parafoudre au réseau devra être **strictement inférieure à 0,50 m (L1+L2+L3)**.

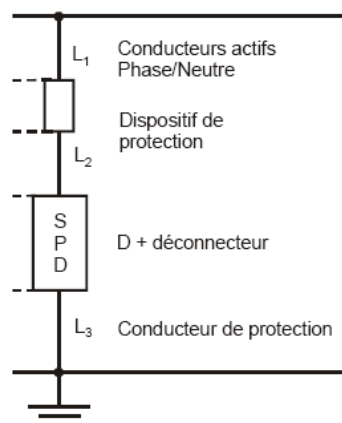


Figure 4 : Principe de câblage d'un parafoudre

La mise en œuvre doit être réalisée conformément au guide UTE C 15-443 et à la norme NF EN 62305-4.

7.1.4 Dispositif de déconnexion

Il est prévu un dispositif de protection contre les courants de défaut et les surintensités (Fusibles, disjoncteurs...). Ce dispositif doit respecter les exigences mentionnées par le fabricant du parafoudre installé.

Le dispositif de protection devra permettre une bonne tenue aux chocs de foudre, ainsi qu'une résistance aux courants de court-circuit adaptée et devra garantir la protection contre les contacts indirects après destruction du parafoudre. Une signalisation par voyant mécanique indique le défaut et/ou un contact inverseur permet d'assurer le report d'alarme à distance.

L'installateur devra dimensionner le dispositif de protection en fonction de la note conjointe Qualifoudre / F2C sur les dispositifs de protection en amont des parafoudres et des recommandations des fabricants de parafoudres.

Pour information, vous trouverez ci-après le document « processus de choix et installation des déconnecteurs des parafoudres de type 1 » établi selon cette note.

La tenue du Dispositif de Protection contre les Surintensités de l'Installation (DPSI) en onde 10/350, n'est généralement pas connue du fabricant. Aussi le cas idéal de choix est le suivant :

Cas 1 : Installation des parafoudres en amont du DPSI. (Cf. document).
Dans ce cas la protection foudre, la sécurité électrique, et la continuité de service sont assurées.

Pour autant l'installation des parafoudres peut être difficile, contraignante à réaliser : obligation d'intervention sous tension ou coupure du poste d'alimentation...

Si le cas 1 ne s'avère pas réalisable, le cas 2 doit être envisagé, avec une inconnue qui subsiste sur le comportement du DPSI en cas de surtension vis-à-vis des critères de sécurité électrique et de continuité de service (étant donné sa présence en amont du parafoudre et son déconnecteur).

Cette inconnue existait déjà avant l'implantation de parafoudres dans l'installation électrique.

Cas 2 ou cas 2 b (Cf. document). Dans ce cas, la protection foudre est assurée, la sécurité électrique et la continuité de service sont inconnues.

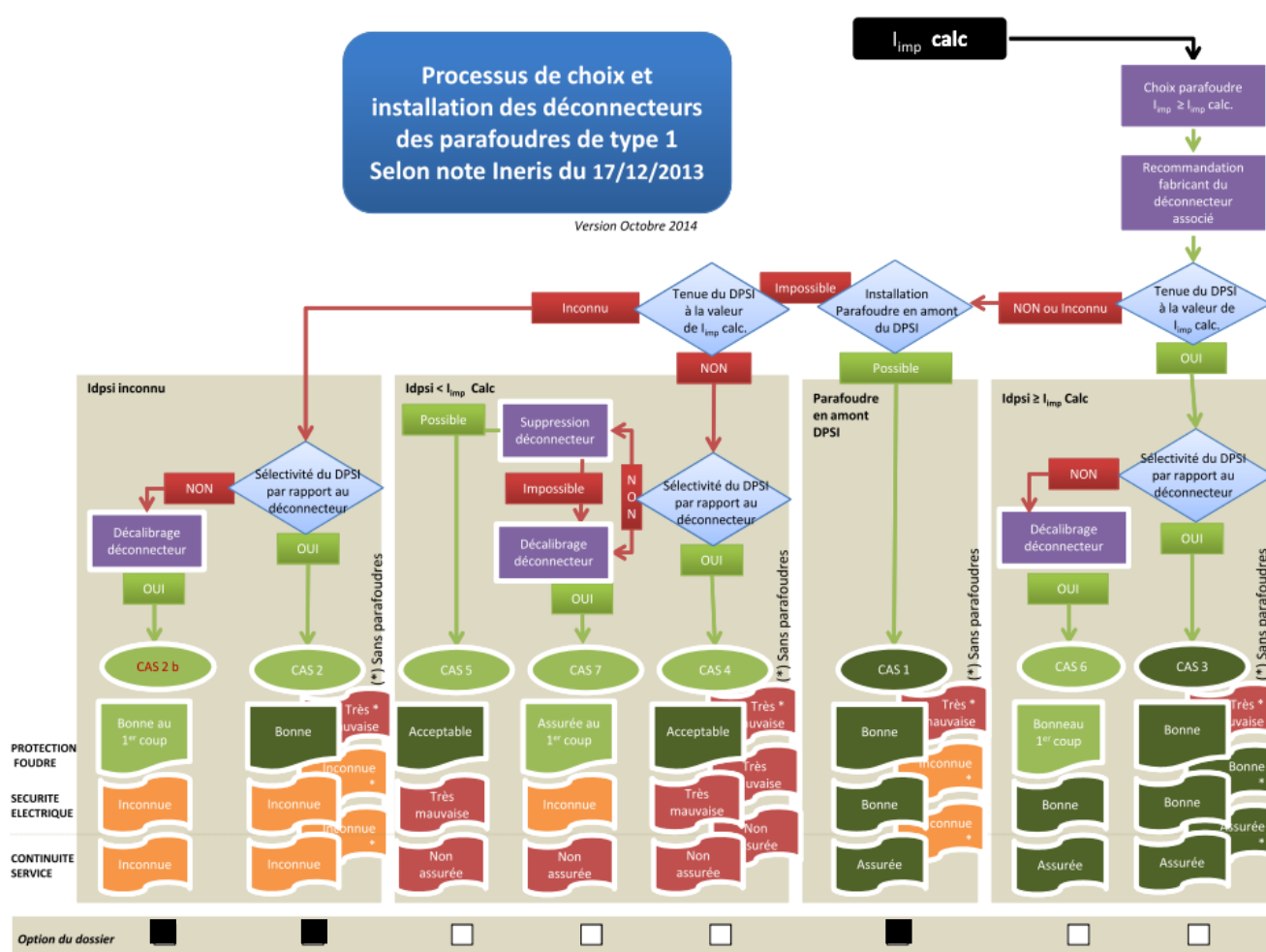


Figure 5 : Dispositifs de déconnection des parafoudres de type 1

7.2 Protection des lignes de télécommunication

7.2.1 Protection par parafoudre

Ces parafoudres doivent être conformes aux normes NF EN 61643-21 et -22.

Ils sont adaptés aux exigences des différents réseaux entrant dans la structure à protéger :

- Réseau **Telecom** : protection des équipements PABX, modems, terminaux, ...
- Réseau **industriel** : protection d'automates, systèmes de télégestion, télétransmetteurs, sondes, capteurs, servomoteurs, centrales de contrôle d'accès, d'incendie, ...
- Réseau **informatique** : protection des réseaux inter-bâtiment

Le tableau E.2 de l'annexe E de la NF EN 62305 -1 donne, pour les réseaux de **communication**, les surintensités de foudre susceptibles d'apparaître lors des impacts de foudre.

Le courant impulsionnel de foudre (I_{imp} – onde 10/350 μs) des parafoudres doit être $>$ ou $=$ aux valeurs reprises ci-dessous en fonction des niveaux de protection.

Niveau de protection N_p	
I-II	III-IV
I_{imp} minimum du parafoudre ($en kA$) en onde 10/350 μs	
2	1

Tableau 26 : Valeur de l' I_{imp}

Pour les réseaux écrantés, ces valeurs peuvent être réduites d'un facteur 0,5.

Pour la **sélection** de ces parafoudres, il faut tenir compte des paramètres suivants :

- Caractéristiques de la ligne à protéger : ISDN, ADSL
- Nombre de lignes à protéger
- Type d'installation souhaitée : boîtier mural, répartiteur, rail DIN, ...
- Ergonomie : modules débrochables.

Des parafoudres courants faibles devront être installés au niveau des lignes de report d'alarme du magasin de munitions, parafoudres avec $I_{imp} \geq 2 kA$.

Pour ce faire, le maître d'ouvrage devra donner à l'installateur le nombre et les caractéristiques des lignes à protéger (type de signal, tension, ...), sans quoi ces protections ne pourront être chiffrées et installées.

Les paires non utilisées ainsi que le support métallique de la tête de ligne devront être mis à la terre.

7.2.2 Protection par écrantage de ligne

Afin de palier l'installation en grande quantité de parafoudres sur les lignes courants faibles identifiées, il est possible de mettre en place des câbles écrantés / blindés entre l'émetteur et le récepteur à protéger conformément à la NF EN 62 305.

Les câbles écrantés / blindés sont reliés à la terre aux deux extrémités de la ligne et le risque d'impact direct de la foudre sur les câbles devra être absent.

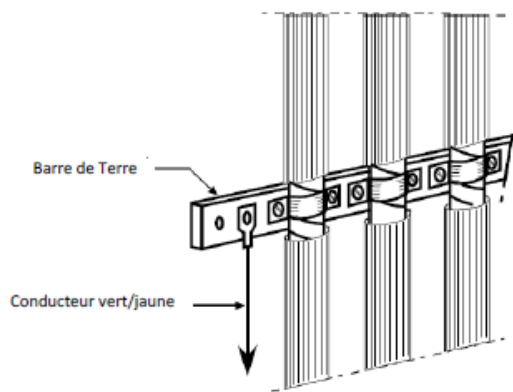


Figure 6 : Mise à la terre de câble écrantés

8. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX

Cette étude évoque également l'aspect prévention vis-à-vis des risques foudre en présence de personnel exposé aux orages ou lors de manipulation de produits et/ou matériels dangereux.

Selon l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, « *les enregistrements des agressions de la foudre sont datés et si possible localisés sur le site* », et « *tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre (... coup de foudre...) sont consignés dans le carnet de bord* ».

Pour permettre de manière fiable de faire évacuer les zones ouvertes, le système d'alerte, à l'approche d'un front orageux, peut être :

- soit un service local de détection des orages et/ou fronts orageux par réseau national METEOFRACTANCE,



- soit un système local de détection par moulin à champ type Détectstorm ou équivalent.



En effet, lors de l'approche ou de la formation d'une cellule orageuse, le champ électrostatique au sol varie de façon importante (de 150 V/m à 15Kv/m en période orageuse).

Un dispositif (moulin à champ) mesure localement cette variation et informe le décideur sur la façon de gérer cette situation à risque.

Une fiche d'enregistrement pour chaque appel sera remplie et les datations du début et de fin d'alerte précisées. Une procédure sera alors mise en place et tout dépotage interdit jusqu'à la levée de l'alerte.

Cette procédure d'alerte foudre devra être régulièrement effectuée (nombre important de fiches remplies par an) par liaison téléphonique rendant pratiquement nulle la probabilité d'inflammation de zones explosibles sur l'aire de déchargement.

Ces fiches remplies régulièrement apporteront une bonne traçabilité des événements utiles lors d'investigations nécessaires après d'éventuels dysfonctionnements rencontrés. En cas de sinistres graves, ces éléments apportent une aide précieuse lors d'une enquête administrative ou judiciaire.

Mesure de prévention à mettre en place :

A l'approche d'un orage, le déchargement et chargement de munitions, l'accès en toiture doivent être interdits ainsi que les interventions sur le réseau électrique et la présence de personnes à proximité des éventuelles descentes de paratonnerres. Cette prévention devra faire l'objet d'une information auprès du personnel et des sociétés extérieures au site, sur les risques de foudroiement direct et indirect.

La mise en place d'un abonnement METEORAGE ou d'un moulin à champ, n'est pas requise selon l'Analyse de Risque Foudre.

9. REALISATION DES TRAVAUX

La mise en œuvre des préconisations doit être réalisée par une société spécialisée et agréée



« Installation de paratonnerres et parafoudres ».

La qualité de l'installation des systèmes de protection est essentielle pour assurer une efficacité de la protection foudre. L'entreprise devra fournir son attestation Qualifoudre à la remise de son offre.

La marque Qualifoudre :

La marque QUALIFOUDRE identifie les sociétés compétentes dans le domaine de la foudre. Elle est attribuée depuis 2004 aux fabricants, aux bureaux d'études, aux installateurs et aux vérificateurs d'installations de protection.

Le label QUALIFOUDRE permet aux professionnels de la foudre de répondre aux exigences réglementaires de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

10. VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS

10.1 Vérification initiale

Dès la réalisation d'une installation de protection contre la foudre, une vérification finale destinée à s'assurer que l'installation est conforme aux normes doit être faite avant 6 mois et comporter :

- Nature, section et dimensions des organes de capture et de descente,
- Cheminement de ces différents organes,
- Fixation mécanique des conducteurs,
- Respect des distances de séparation,
- Existence de liaisons équipotentielle,
- Valeurs des résistances des prises de terre (par le maître d'œuvre),
- Etat de bon fonctionnement des têtes ionisantes pour les PDA (éventuels),
- Interconnexion des prises de terre entre elles.
- Vérification des parafoudres (câblage, section, ...).

Pour certaines, ces vérifications sont visuelles. Pour les autres, il faudra s'assurer des continuités électriques par des mesures (maître d'œuvre).

Le maître d'œuvre devra, au préalable, mettre à la disposition de l'inspecteur réalisant la vérification le dossier d'ouvrage exécuté (D.O.E.) correspondant aux travaux réalisés par ses soins : cheminements des liaisons de masses, implantation des parafoudres dans les armoires respectant toutes les recommandations de l'Etude Technique.

10.2 Vérifications périodiques

La NF EN 62 305-3 prévoit des vérifications périodiques en fonction du niveau de protection à mettre en œuvre sur la structure à protéger en présence de protection extérieure :

Niveau de protection	Inspection visuelle année	Inspection complète année	Inspection complète des situations critiques ^{a b} année
I et II	1	2	1
III et IV	1	4	1

^a Il convient que les systèmes de protection contre la foudre utilisés dans les applications impliquant des structures avec un risque dû aux matériaux explosifs, fassent l'objet d'une inspection visuelle tous les 6 mois. Il convient de soumettre l'installation à des essais électriques une fois par an. Une exception acceptable au programme d'essai annuel consisterait à effectuer les essais sur un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des essais de résistance de terre à des périodes différentes de l'année pour être informé des variations saisonnières.

^b Les situations critiques peuvent inclure les structures contenant des réseaux internes sensibles, les immeubles administratifs et commerciaux ou les lieux de présence potentielle d'un grand nombre de personnes.

Tableau 27 : D'après NF EN 62 305-3

Les intervalles entre vérifications donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le cas du site **QUARTIER TOUSSAINT - 48 RT de AGEN (47)**, l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié (Site ICPE) précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

Chaque vérification périodique doit faire l'objet d'un rapport détaillé reprenant l'ensemble des constatations et précisant les mesures correctives à prendre. Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts dans le système de protection contre la foudre, il convient d'y remédier dans les meilleurs délais afin de maintenir l'efficacité optimale du système de protection contre la foudre.

Note importante :

Les parafoudres sont des composants passifs que l'on finit souvent par oublier et sont rarement intégrés dans les opérations de maintenance des installations électriques.

10.3 Vérifications supplémentaires

Dans le cadre de l'application de la norme NF EN 62305-3, des vérifications supplémentaires des installations de protection contre la foudre peuvent être réalisées suite aux événements suivants :

- Travaux d'agrandissement du site,
- Forte période orageuse dans la région,
- Impact sur les installations protégées (procédure de vérification des compteurs de coups de foudre et établissement d'un historique),
- Impossibilité d'installer un système de comptage efficace, dès qu'un doute existe après une activité locale orageuse,
- Perturbations sur des contrôles/commandes ont été constatées, alors une vérification de l'état des dispositifs de protection contre les surtensions est nécessaire.

Toutes ces vérifications devront être annotées dans la Notice de Vérification et Maintenance fournie en annexe. Il conviendra de faire réaliser une mise à jour de cette dernière, une fois l'installation effectuée.

11. TABLEAU DE SYNTHESE

Installations/ Equipements	Travaux à mettre en œuvre
EFFETS DIRECTS	
Magasin de Munitions	Installation d'un SPF de niveau II par cage maillée , conformément au § 6 de cette Etude Technique
Canalisations	Mise à la terre des canalisations selon le § 6.5
EFFETS INDIRECTS	
TD	Mise en place de parafoudres type 1+2 de niveau II : onde 10/350 μ s, $I_{imp} \geq 12,5$ kA conformément au § 7 de cette étude technique.
Centrale d'alarme incendie, Centrale d'alarme intrusion	Protection par parafoudres type 2 : onde 8/20 μ s, $I_n \geq 5$ kA minimum et $U_p \leq 1,5$ kV, conformément au § 7 de cette étude technique.
Lignes de report d'alarme	Protection par parafoudres courant faible adapté, conformément au § 7 de cette étude technique. Ou Mise en place de câbles écrantés sur les lignes à protéger.
PREVENTION	
Ensemble du site	Procédure à mettre en place et respecter en période orageuse

Tableau 28: Tableau de synthèse

Notre étude est construite sur la base que les installations (électriques, structurelles, mises à la terre, ...) sont conformes aux normes et législations en vigueur, qu'elles sont vérifiées et maintenues en état par le maître d'ouvrage.

NOTA :

« Une installation de protection contre la foudre, conçue et installée conformément aux présentes normes, ne peut assurer la protection absolue des structures, des personnes et des biens, et de l'Environnement. Néanmoins, l'application de celles-ci doit réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les équipements, les structures et les hommes ».

ANNEXE 1

Note de calcul distance de séparation

CALCUL DE LA DISTANCE DE SEPARATION

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s

Niveau de protection	II
Coefficient K_i	0,06

Nombre de conducteurs de descente	n	5
distance entre 2 conducteurs de descente	c	9,44
distance (hauteur) entre ceinturage	h	3,57
Coefficient K_c		0,477

$$k_c = \frac{1}{2n} + 0,1 + 0,2 \times \sqrt{\frac{c}{h}}$$

Coefficient K_m Air	1
Coefficient K_m Béton, Briques	0,5
Coefficient I	9,77 m

Calcul de S Air max	0,279 m
Calcul de S Béton, Briques max	0,559 m

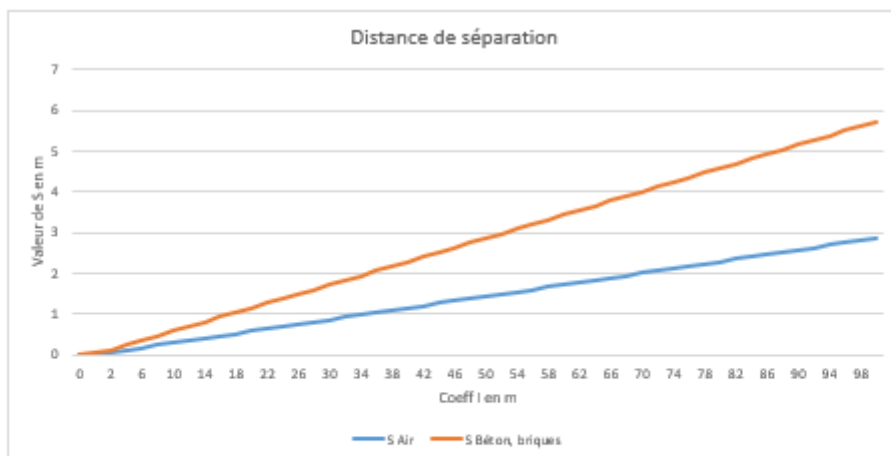
Cage Maillée

Niveau de protection	K_i
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	0,04

Nombre de conducteurs de descente	K_c
1	1
2	0,5... 1
4 et +	0,25... 0,5
4 et + ceinturage	1/n... 0,5

Matériau	K_m
Air	1
Béton, Briques	0,5

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} I$$



NOTA: La distance de séparation est la distance minimale pour laquelle il n'y a pas formation d'étincelle dangereuse entre un conducteur de descente évacuant le courant de foudre et une masse conductrice voisine liée la terre. Pour qu'il y ait isolement au sens des étincelles dangereuses, il faut que la distance d séparant le système de protection contre la foudre de l'élément conducteur considéré, soit supérieur à s.

ANNEXE 2



Notice de Vérification et de Maintenance

NOTICE DE VERIFICATION ET DE MAINTENANCE

QUARTIER TOUSSAINT - 48 RT

Magasin de Munition SITE DE AGEN (47)



Rédacteur	Vérification	Révision
<p>Nom : Nicolas ALNET</p> <p>Société : RG Consultant</p> <p>Date : 15/03/2024</p> <p>Visa </p>	<p>Nom : Martin GOIFFON</p> <p>Société : RG CONSULTANT</p> <p>Date : 15/03/2024</p> <p></p>	<p>A</p>

333 cours du 3^{ème} Millénaire - 69800 SAINT-PRIEST - France
Bâtiment Le Pôle – 2^{ème} étage
Tél. +33 (0)4 37 41 16 10
info@rg-consultant.com - www.rg-consultant.com

8 Rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France
Tél. +33 (0)6 79 97 46 02
info@rg-consultant.com - www.rg-consultant.com



SOMMAIRE

1. ORDRES DES VERIFICATIONS	4
1.1 PROCEDURE DE VERIFICATION	4
1.2 VERIFICATION DE LA DOCUMENTATION TECHNIQUE	4
1.3 VERIFICATIONS VISUELLES.....	4
1.4 VERIFICATIONS COMPLETES	5
1.5 DOCUMENTATION DE LA VERIFICATION	6
2. MAINTENANCE	7
2.1 REMARQUES GENERALES.....	7
2.2 PROCEDURE DE MAINTENANCE.....	8
2.3 DOCUMENTATION DE MAINTENANCE.....	8
3. DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE	9
3.1 INSTALLATIONS EXTERIEURES DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE (I.E.P.F)	9
3.1.1 Implantations des SPF	9
3.1.2 Caractéristiques des dispositifs de capture	11
3.1.3 Mise à la terre des canalisations.....	11
3.2 INSTALLATIONS INTERIEURES DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE (I.I.P.F)	12
4. NOTICE DE VERIFICATION	13
4.1 NOTICES DE VERIFICATION DES SYSTEMES DE PROTECTION FOUDRE (SPF)	13
4.2 NOTICE DE VERIFICATION DES PARAFOUDRES.....	15
5. CARNET DE BORD	16

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 30 075	15/03/2024	Notice de vérification et de maintenance

GLOSSAIRE

ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

EIPS : Equipements Importants Pour la Sécurité

SPF : Système de Protection contre la Foudre

IEPF : Installation Extérieure de Protection contre la Foudre

IIPF : Installation Intérieure de Protection contre la Foudre

1. ORDRES DES VERIFICATIONS

1.1 Procédure de vérification

Le but des vérifications est de s'assurer que le système est conforme aux normes en vigueur.

Elles comprennent la vérification de la documentation technique, les vérifications visuelles, les vérifications complètes et la documentation de ces inspections.

1.2 Vérification de la documentation technique

Il y a lieu de vérifier la documentation technique totalement, pour s'assurer de la conformité à la série des normes NF EN 62305 et de la cohérence avec les schémas d'exécution.

1.3 Vérifications visuelles

Il convient d'effectuer des vérifications visuelles pour s'assurer que :

- la conception est conforme aux normes NF EN 62305, NF EN 62561-x (avec x de 1 à 7),
- le Système de Protection Foudre est en bon état,
- les connexions sont serrées et les conducteurs et bornes présentent une continuité,
- aucune partie n'est affaiblie par la corrosion, particulièrement au niveau du sol,
- les connexions visibles de terre sont intactes (opérationnelles),
- tous les conducteurs visibles et les composants du système sont fixés et protégés contre les chocs et à leur juste place,
- aucune extension ou modification de la structure protégée n'impose de protection complémentaire,
- aucun dommage du système de protection des parafoudres et des fusibles n'est relevé,
- l'équipotentialité a été réalisée correctement pour de nouveaux services intérieurs à la structure depuis la dernière inspection et les essais de continuité ont été effectués,
- les conducteurs et connexions d'équipotentialité à l'intérieur de la structure sont en place et intacts,
- les distances de séparation sont maintenues,
- l'inspection et les essais des conducteurs et des bornes d'équipotentialité, des écrans, du cheminement des câbles et des parafoudres ont été contrôlés et testés.

1.4 Vérifications complètes

La vérification complète et les essais des SPF comprennent une inspection visuelle complétée par :

- les essais de continuité des parties non visibles lors de la vérification initiale et qui ne peuvent être contrôlées par vérification visuelle ultérieurement ;
- les valeurs de résistance de la prise de terre. Il convient d'effectuer des mesures de terre isolées ou associées et d'enregistrer les valeurs dans un rapport de vérification du SPF.
- La résistance de chaque électrode de terre et si possible, la résistance de la prise de terre complète.

Il convient de mesurer chaque prise de terre locale à partir de la borne d'essai en position ouverte (mesure isolée).

Si la valeur de la résistance globale de la prise de terre excède 10 Ω , un contrôle est effectué pour vérifier que la prise de terre soit conforme.

Si la valeur de la résistance de la prise de terre s'est sensiblement accrue, des recherches sont effectuées pour en déterminer les raisons et prendre les mesures nécessaires.

Pour les prises de terre dans des sols rocailleux, il convient de se conformer au chapitre E.5.4.3.5 de la norme NF EN 62305. La valeur de 10 Ω n'est pas applicable dans ce cas.

b) Les résultats des contrôles visuels des connexions des conducteurs et jonctions ou leur continuité électrique.

Si la prise de terre n'est pas conforme à ces exigences ou si le contrôle de ces exigences n'est pas possible, faute d'informations, il convient d'améliorer la prise de terre par des électrodes complémentaires ou par l'installation d'un nouveau réseau de terre.

1.5 Documentation de la vérification

Le carnet de bord joint en chapitre 5, retrace l'historique des vérifications périodiques destinées à l'inspecteur, et comporte la nature des vérifications (mesure de continuité, de la résistance des terres, vérification à la suite d'un accident, type de vérification : visuelle ou complète), ainsi que les méthodes d'essai et les résultats des données obtenues.

Il est recommandé que l'inspecteur élabore un rapport qui sera conservé avec les rapports de conceptions, de maintenances et de vérifications antérieurs.

Il convient que le rapport de vérification du Système de Protection Foudre comporte les informations suivantes :

- Les conditions générales des conducteurs de capture et des autres composants de capture ;
- Le niveau général de corrosion et de la protection contre la corrosion ;
- La sécurité des fixations des conducteurs et des composants ;
- Les mesures de la résistance de la prise de terre ;
- Les écarts par rapport aux normes ;
- La documentation sur les modifications et les extensions du système et de la structure. De plus, les schémas d'installation et de conception ont lieu d'être revus ;
- Les résultats des essais effectués.

2. MAINTENANCE

Il convient de vérifier régulièrement le SPF afin de s'assurer qu'il n'est pas détérioré et qu'il continue à satisfaire aux exigences pour lesquelles il a été conçu. Il convient que la conception d'un SPF détermine la maintenance nécessaire et les cycles de vérification conformément au Tableau suivant.

Niveau de protection	Inspection visuelle année	Inspection complète année	Inspection complète des situations critiques ^{a b} année
I et II	1	2	1
III et IV	1	4	1
<p>^a Il convient que les systèmes de protection contre la foudre utilisés dans les applications impliquant des structures avec un risque dû aux matériaux explosifs, fassent l'objet d'une inspection visuelle tous les 6 mois. Il convient de soumettre l'installation à des essais électriques une fois par an. Une exception acceptable au programme d'essai annuel consisterait à effectuer les essais sur un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des essais de résistance de terre à des périodes différentes de l'année pour être informé des variations saisonnières.</p> <p>^b Les situations critiques peuvent inclure les structures contenant des réseaux internes sensibles, les immeubles administratifs et commerciaux ou les lieux de présence potentielle d'un grand nombre de personnes.</p>			

Tableau 29 : Périodicité selon le niveau de protection.

Les intervalles entre inspections donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le cas du site **QUARTIER TOUSSAINT - 48 RT** sur la commune de **AGEN (47)** l'arrêté du 4 Octobre 2010 modifié précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

2.1 Remarques générales

Les composants du SPF perdent de leur efficacité au cours des ans en raison de la corrosion, des intempéries, des chocs mécaniques et des impacts de foudre.

Il y a lieu que l'inspection et la maintenance soient faites par un organisme agréé **Qualifoudre**.

Pour effectuer la maintenance et les vérifications du système de protection, il convient de coordonner les deux programmes, vérification et maintenance.

La maintenance d'un système de protection est importante même si le concepteur du SPF a pris des précautions particulières pour la protection contre la corrosion et a dimensionné les composants en fonction de l'exposition particulière contre les dommages de la foudre et les intempéries, en complément des exigences des normes NF EN 62 305 et NF C 17102.

Il convient que les caractéristiques mécaniques et électriques d'un système de protection soient maintenues toute la durée de sa vie afin de satisfaire aux exigences des normes.

Si des modifications sont effectuées sur le bâtiment ou sur l'équipement ou si sa vocation est modifiée, il peut être nécessaire de modifier le système de protection.

Si une vérification montre que des réparations sont nécessaires, celles-ci seront exécutées sans délai et ne peuvent être reportées à la révision suivante.

2.2 Procédure de maintenance

Le site **QUARTIER TOUSSAINT - 48 RT** sur la commune de **AGEN (47)** doit établir des programmes de vérifications périodiques pour tous les SPF.

La fréquence des procédures de maintenance dépend :

- de la dégradation liée à la météorologie et à l'environnement ;
- de l'exposition au danger de foudre ;
- du niveau de protection donné à la structure.

Une inspection visuelle est obligatoire tous les ans et une inspection complète doit être faite tous les deux ans.

Le carnet de bord comporte un programme de maintenance, listant les vérifications de manière que la maintenance soit régulièrement suivie et comparée avec les vérifications antérieures.

Le programme de maintenance comporte les informations suivantes :

- vérification de tous les conducteurs et composants du SPF ;
- vérification de la continuité électrique de l'installation ;
- mesure de la résistance de terre du système de mise à la terre ;
- vérification des parafoudres ;
- re-fixation des composants et des conducteurs ;
- vérification de l'efficacité du système après modifications ou extensions de la structure et de ses installations.

2.3 Documentation de maintenance

Il convient que des enregistrements complets soient effectués lors des procédures de maintenance et qu'ils comportent les actions correctives prises ou à prendre.

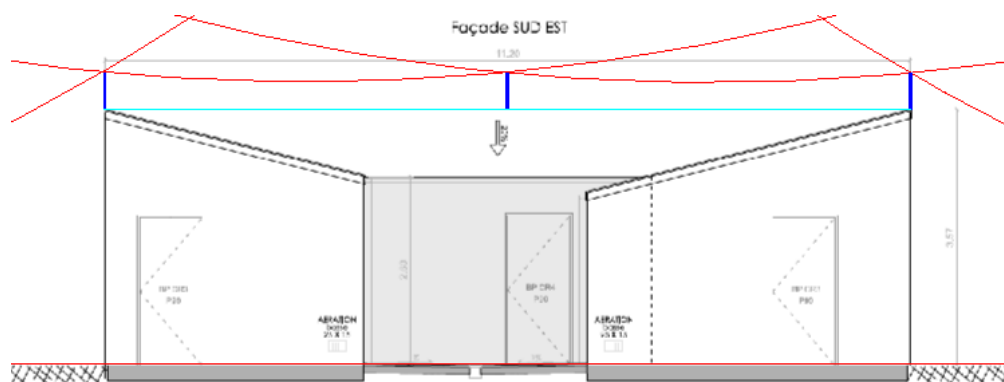
Ces enregistrements fournissent des moyens d'évaluation des composants et de l'installation du SPF.

Il convient que ces enregistrements servent de base pour la révision et la modernisation des programmes de maintenance du SPF et qu'ils soient conservés avec les rapports de conception et de vérification.

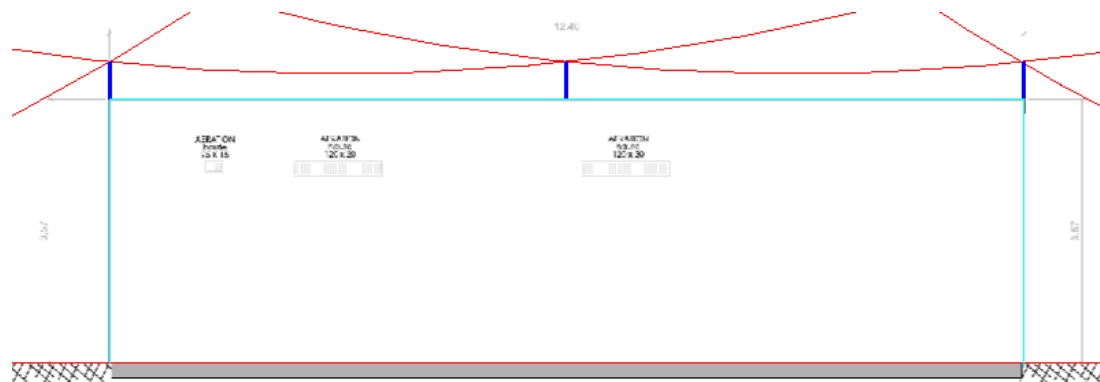
3. DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE

3.1 Installations Extérieures de Protection contre la foudre (I.E.P.F)

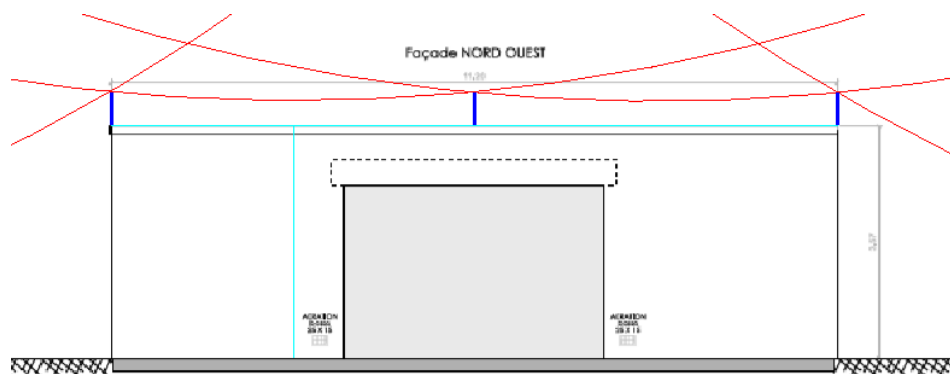
3.1.1 Implantations des SPF



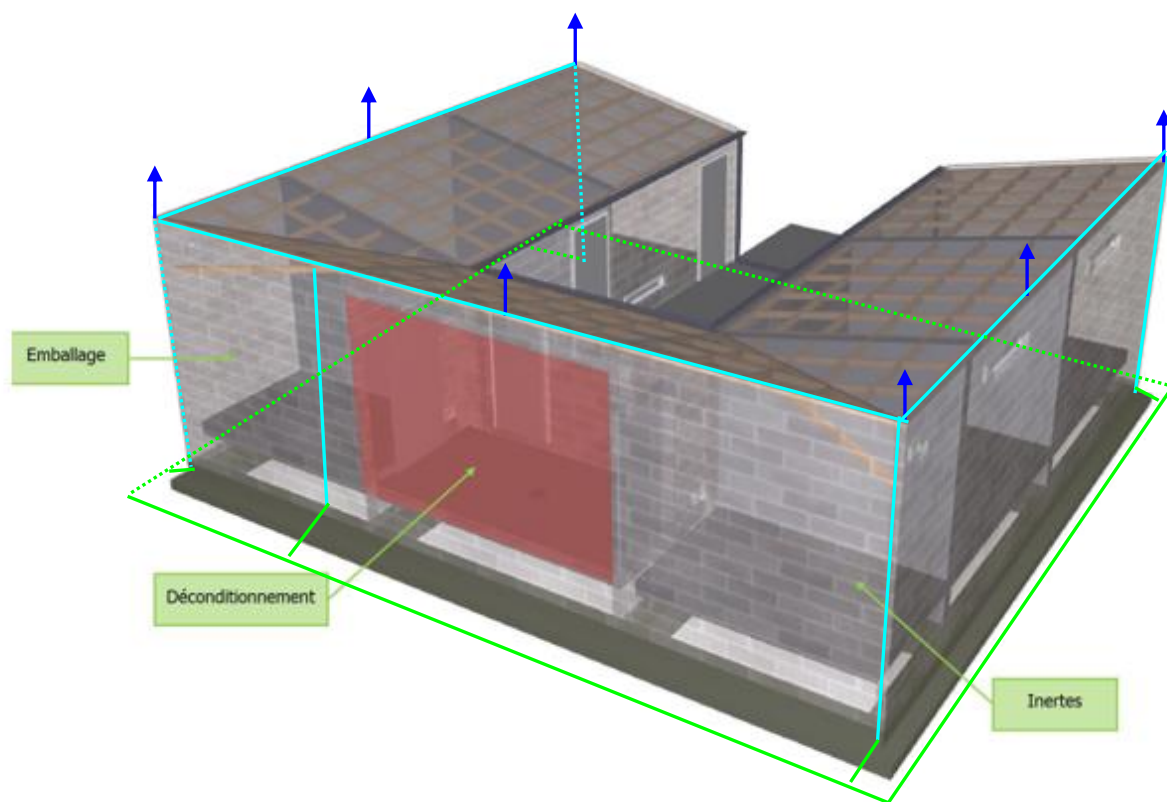
Plan 18 : Positionnement des pointes caprices et conducteurs en façade Sud Est



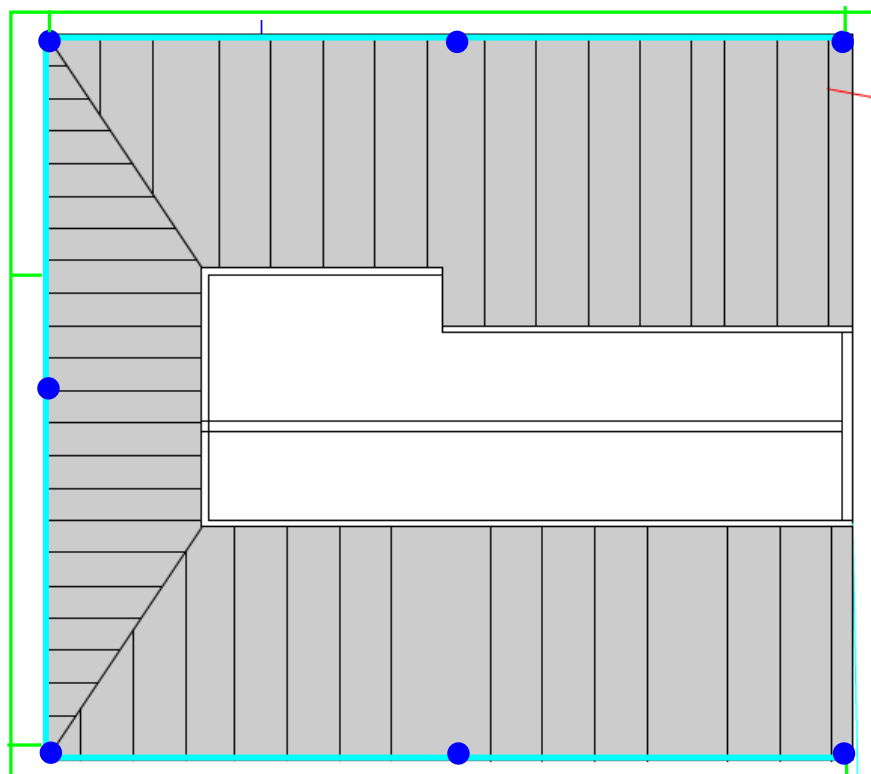
Plan 19 : Positionnement des pointes caprices et conducteurs en façades Sud-Ouest & Nord-Est



Plan 20 : Positionnement des pointes caprices et conducteurs en façade Nord-Ouest



Plan 21 : Principe de protection sur la vue 3D du magasin de munitions



Plan 22: Implantation des paratonnerres, conducteurs de descente et prises de terre

Légende :





	Sphère fictive de rayon 30 m. Niveau II de protection		Pointe caprice de 50 cm
	Conducteur de toiture et de descente		Prise de terre de type B

Tableau 30 : Légende des I.E.P.F

3.1.2 Caractéristiques des dispositifs de capture

	Cage maillée
Nombre de Pointe caprice	7
Hauteur	50 cm
Niveau de protection	2
Nombre de descente	5
Distance de séparation	0,3 m

Tableau 31 : Caractéristiques des dispositifs de capture

3.1.3 Mise à la terre des canalisations

Localisation	Section du conducteur	Etat	Résultat
Canalisations Eaux Pluviales	mm ²		

Tableau 32 : Mise à la terre des canalisations

3.2 Installations Intérieures de Protection contre la Foudre (I.I.P.F)

Caractéristiques des parafoudres mis en œuvre :

Bâtiment	Armoire	Type	Marque - réf	Up (kV)	In- (kA)	limp- Imax (kA)	Dispositif de déconnexion
Magasin de munitions	TD	1+2					
	Centrale d'alarme Incendie	2					
	Centrale d'alarme intrusion	2					
	Report d'alarme vers PC	1					

Tableau 33 : Liste des parafoudres

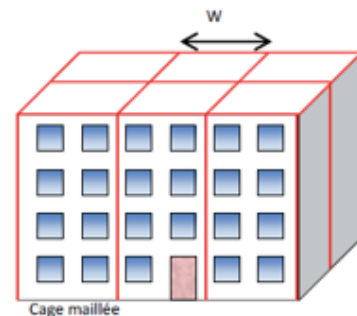
4. NOTICE DE VERIFICATION

4.1 Notices de vérification des Systèmes de Protection Foudre (SPF)

FICHE CONTROLE Cage maillée

BATIMENT PROTEGE :

CARACTERISTIQUES Cage maillée	
Nombre de conducteur de descente :	
Niveau de protection :	
<input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV
Taille de la maille : (m)	
Présence de pointe simple :	
	Oui Non <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



✓ INSPECTION VISUELLE :

1- Etat des composants du dispositif de capture :

Etat visuel d'ensemble :	<input type="checkbox"/> Conforme	<input type="checkbox"/> Non-conforme	.....
Etat des composants :	<input type="checkbox"/> Conforme	<input type="checkbox"/> Non-conforme	.....
Etat des mailles :	<input type="checkbox"/> Conforme	<input type="checkbox"/> Non-conforme	.....
Etat des connexions :	<input type="checkbox"/> Conforme	<input type="checkbox"/> Non-conforme	.....

2- Nature et composition des conducteurs de descentes :

Type et matériau :	<input type="checkbox"/> Conforme	<input type="checkbox"/> Non-conforme	.....
Présence de joints de contrôle:	<input type="checkbox"/> Conforme	<input type="checkbox"/> Non-conforme	.....
Cheminement du conducteur de descente:	<input type="checkbox"/> Conforme	<input type="checkbox"/> Non-conforme	.....
Raccordement au dispositif de capture :	<input type="checkbox"/> Conforme	<input type="checkbox"/> Non-conforme	.....
Continuité des conducteurs de descente :	<input type="checkbox"/> Conforme	<input type="checkbox"/> Non-conforme	.....

3- Installation et état des conducteurs de descentes :

Rayons de courbure des coudes des conducteurs : ☐ Conforme ☐ Non-conforme

Etat des connexions : ☐ Conforme ☐ Non-conforme

Fixation du conducteur de descente (3 par m) : ☐ Conforme ☐ Non-conforme

Croisement avec des canalisations électriques : ☐ Conforme ☐ Non-conforme

Connexions équipotentielle avec les dispositifs internes et les plans de masses ou de terre :

☐ Conforme ☐ Non-conforme

Distance de séparation par rapport aux masses métalliques : (m)

☐ Conforme ☐ Non-conforme

Protection mécanique du conducteur de descente au niveau du sol ou gaine isolée :

☐ Conforme ☐ Non-conforme

Compteur de coup de foudre : ☐ Conforme ☐ Non-conforme

Nombre d'impact relevé:

Pancarte d'avertissement: ☐ Présente ☐ Absente

4- Prise de terre :

Appareil utilisé pour les mesures :

Constitution : ☐ Conforme ☐ Non-conforme

Etat : ☐ Conforme ☐ Non-conforme

Prise de terre de type :

☐ A ☐ B

Valeur des prises de terre de type A (Ohms) :

Valeur de la prise de terre de type B :(Ohms)

☐ Conforme ☐ à Améliorer

RESULTAT DE LA VERIFICATION :

.....

ACTIONS CORRECTIVES :

.....

4.2 Notice de vérification des parafoudres

➤ Description de l'équipement à vérifier

FICHE CONTROLE DES PARAFOUDRES

Nom de l'armoire :

Photos :

EQUIPEMENTS PROTEGES :

CARACTERISTIQUES PARAFOUDRES

Régime de Neutre :

Marque :

- ☐ Tétra
☐ Tri
☐ Mono

Type 1 ☐ Type 3 ☐

Type 2 ☐

Up :kV

Uc :V

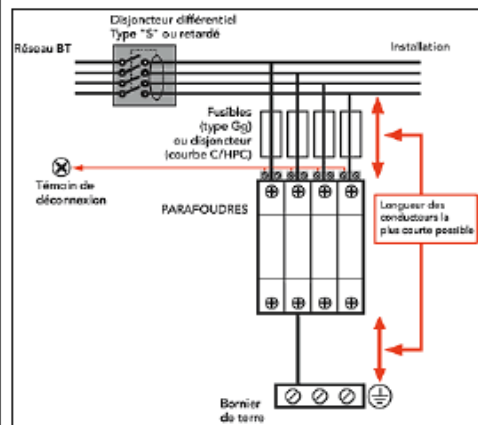
Pour type 1 :

I_{imp} :kA

Pour type 2 ou 3 :

I_n :kA

I_{max} :kA



INSPECTION VISUELLE :

- | | | | |
|--|---|------------------------------|-------|
| ➤ Règle des 50 cm respectée | <input type="checkbox"/> OUI | <input type="checkbox"/> NON | ..... |
| ➤ Section des câbles respectée | <input type="checkbox"/> OUI | <input type="checkbox"/> NON | ..... |
| ➤ Signalisation du défaut du parafoudre | <input type="checkbox"/> OUI | <input type="checkbox"/> NON | ..... |
| ➤ Présence étiquette | <input type="checkbox"/> OUI | <input type="checkbox"/> NON | ..... |
| ➤ Dispositif de coupure associé existant | <input type="checkbox"/> OUI | <input type="checkbox"/> NON | ..... |
| ➤ Sélectivité | <input type="checkbox"/> OUI | <input type="checkbox"/> NON | ..... |
| | - Calibre Disjoncteur Armoire : | | |
| | - Calibre Disjoncteur/Fusible PRF : | | |
| ➤ Présence fusible dans PF | <input type="checkbox"/> OUI | <input type="checkbox"/> NON | ..... |

RESULTAT DE LA VERIFICATION :

ACTIONS CORRECTIVES :

5. CARNET DE BORD



N° 071179534036

INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE CARNET DE BORD

Raison sociale : _____

Adresse de l'Établissement :

CARNET DE BORD

Ce carnet de bord est la trace de l'historique de l'installation de protection foudre et doit être tenu à jour sous la responsabilité du Chef d'Etablissement.

Il doit rester à la disposition des Agents des Pouvoirs Publics chargés du contrôle de l'Établissement.

Il ne peut sortir de l'Etablissement ni être détruit lorsqu'il est remplacé par un autre carnet de bord.

Renseignements sur l'Etablissement

Nature de l'activité :

N° de classification INSEE :

à la date du : ; Type : ; Catégorie :

Classement de l'Etablissement à la date du : ; Type : ; Catégorie :

à la date du : ; Type : ; Catégorie :

Pouvoirs Publics exerçant le contrôle de l'Etablissement :

Inspection Du Travail {
.....
.....

Commission De Sécurité {
.....
.....

DREAL {
.....
.....

Personne responsable de la surveillance des installations :

NOM	QUALITE	DATE D'ENTREE EN FONCTION

HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

I - DEFINITION DES BESOINS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
15/03/2024	Analyse du Risque Foudre RGC 30 074	RG Consultant	N.ALNET 071179534036

II – ETUDE TECHNIQUE DES PROTECTIONS ET NOTICE DE CONTROLE ET DE MAINTENANCE

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
15/03/2023	Etude technique foudre RGC 30 075	RG Consultant	N. ALNET 071179534036

Les installations de protection sont décrites dans le rapport initial, leurs modifications sont signalées dans les rapports suivants.

III – INSTALLATION DES PROTECTIONS

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE

IV- VERIFICATIONS PERIODIQUES & MAINTENANCE

Installation Extérieure de Protection Foudre (I.E.P.F)						
NATURE DE LA VERIFICATION			RESULTATS DE LA VERIFICATION		VERIFICATEUR	
Date	Type de protection	Vérification de tous les conducteurs et les composants du SPF (test de l' électronique pour les PDA)	Vérification de la continuité électrique de l' installation	Mesure de la résistance de terre du système de mise à la terre	Indiquer les valeurs obtenues ou les constations faites Référence des rapports	Actions prises ou à prendre
		Nom et Qualité de la personne qui a effectué la vérification ou N° QUALIFOUDRE				

Installation Intérieure de Protection Foudre (I.I.P.F)

La vérification des parafoudres type 1 et type 2 se font, tout d'abord, **visuellement** tous **les ans** (signalisation qui donne l'état du parafoudre, lire la notice du constructeur pour connaître la méthode de signalisation utilisée), et la **vérification plus complète** nécessitant le démontage des parafoudres tous les **2 ans** (valise test).

La maintenance doit être faite dès qu'un parafoudre est défectueux, et dès qu'un composant ou un conducteur n'est plus ou mal fixé.

La vérification de l'efficacité du système doit être effectuée après chaque modification ou extension de la structure et de ses installations.

A) Cas des parafoudres à modules déconnectables

- Ouvrir le disjoncteur associé aux parafoudres.
- Enlever le module déconnectable hors service.
- Mettre en place un nouveau module.
- Vérifier la fonction test du disjoncteur.
- Fermer le disjoncteur.
- Vérifier la signalisation (*) des parafoudres (parafoudre en service).


(*) Signalisation qui donne l'état du parafoudre (lire la notice du constructeur pour connaître la méthode de signalisation utilisée).


B) Parafoudres non déconnectables


- Consigner l'armoire électrique (ouverture du disjoncteur général de l'armoire et des disjoncteurs secondaires).
- Ouvrir le disjoncteur associé aux parafoudres.
- Enlever le parafoudre défectueux.
- Mettre en place un nouveau parafoudre.
- Vérifier la fonction test du disjoncteur.
- Fermer le disjoncteur.
- Vérifier la signalisation des parafoudres (parafoudre en service).
- Enlever la consignation de l'armoire (fermer le disjoncteur général, réenclencher les disjoncteurs secondaires un par un).


ANNEXE 3

Lexique

	Réf. document RGC 30 075	Révision A	Annexe 3
Armatures d'acier interconnectées	Armatures d'acier à l'intérieur d'une structure, considérées comme assurant une continuité électrique.		
Barre d'équipotentialité	Barre permettant de relier à l'installation de protection contre la foudre les équipements métalliques, les masses, les lignes électriques et de télécommunications et d'autres câbles.		
Borne ou barrette de coupure	Dispositif conçu et placé de manière à faciliter les essais et mesures électriques des éléments de l'installation de protection contre la foudre.		
Conducteur (masse) de référence	Système de conducteurs servant de référence de potentiel à d'autres conducteurs. On parle souvent du "zéro volt".		
Conducteur d'équipotentialité	Conducteur permettant d'assurer l'équipotentialité.		
Conducteur de descente	Conducteur chargé d'écouler à la terre le courant d'un coup de foudre direct. Il relie le dispositif de capture au réseau de terre.		
Conducteur de protection (PE)	Conducteur destiné à relier les masses pour garantir la sécurité des personnes contre les chocs électriques.		
Coup de foudre	Impact simple ou multiple de la foudre au sol.		
Coup de foudre direct	Impact qui frappe directement la structure ou son installation de protection contre la foudre.		
Coup de foudre indirect	Impact qui frappe à proximité de la structure et entraînant des effets conduits et induits dans et vers la structure.		
Couplage	Mode de transmission d'une perturbation électromagnétique de la source à un circuit victime.		
Dispositif de capture	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à capter les coups de foudre directs.		
Distance de séparation	Distance minimale entre deux éléments conducteurs à l'intérieur de l'espace à protéger, telle qu'aucune étincelle dangereuse ne puisse se produire entre eux.		
Effet de couronne ou Corona	Ensemble des phénomènes d'ionisation liés au champ électrique au voisinage d'un conducteur ou d'une pointe.		

	Réf. document RGC 30 075	Révision A	Annexe 3
Effet réducteur	<p>Réduction des perturbations HF par la proximité du conducteur victime avec la masse. L'effet réducteur est le rapport de l'amplitude de la perturbation collectée par un câble non blindé ou loin des masses à celle collectée par le même câble blindé ou installé contre un conducteur de masse.</p>		
Electrode de terre	<p>Elément ou ensemble d'éléments de la prise de terre assurant un contact électrique direct avec la terre et dissipant le courant de décharge atmosphérique dans cette dernière.</p>		
Equipements métalliques	<p>Eléments métalliques répartis dans l'espace à protéger, pouvant écouler une partie du courant de décharge atmosphérique tels que canalisations, escaliers, guides d'ascenseur, conduits de ventilation, de chauffage et d'air conditionné, armatures d'acier interconnectées.</p>		
Etincelle dangereuse (étincelage)	<p>Décharge électrique inadmissible, provoquée par le courant de décharge atmosphérique à l'intérieur du volume à protéger.</p>		
Foudre	<p>Décharge électrique aérienne, accompagnée d'une vive lumière (éclair) et d'une violente détonation (tonnerre).</p>		
Installation de Protection contre la Foudre (I.P.F.)	<p>Installation complète, permettant de protéger une structure contre les effets de la foudre. Elle comprend à la fois une installation extérieure (I.E.P.F.) et une installation intérieure de protection contre la foudre (I.I.P.F.)</p>		
Liaison équipotentielle	<p>Eléments d'une installation réduisant les différences de potentiels entre masse et élément conducteur.</p>		
Mode commun (MC)	<p>Un courant de mode commun circule dans le même sens sur tous les conducteurs d'un câble. La différence de potentiels (d.d.p.) de MC d'un câble est celle entre le potentiel moyen de ses conducteurs et la masse. Le mode commun est aussi appelé mode longitudinal parallèle ou asymétrique.</p>		
Mode différentiel (MD)	<p>Un courant de mode différentiel circule en opposition de phase sur les deux fils d'une liaison filaire, il ne se referme donc pas dans la masse. Une différence de potentiels (d.d.p.) de MD se mesure entre le conducteur signal et son retour. Le mode différentiel est aussi appelé mode normal, symétrique ou série.</p>		

	Réf. document RGC 30 075	Révision A	Annexe 3
Niveau de protection	Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.		
Parafoudre ou parasurtenseur	Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à dériver les ondes de courant entre deux éléments à l'intérieur de l'espace à protéger, tels que les éclateurs ou les dispositifs semi-conducteurs.		
Paratonnerre	Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.		
P.D.A	Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.		
Point d'impact	Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.		
Prise de terre	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.		
Régime de neutre	<p>Il caractérise le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur source et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation. Il est défini par deux lettres :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La première indique la position du neutre par rapport à la terre : I : neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance T : neutre directement à la terre • La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre : T : masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre) N : masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (N-S), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (N-C). 		
Réseau de masse	Ensemble des conducteurs d'un site reliés entre eux. Il se compose habituellement des conducteurs de protection, des bâtis, des chemins de câbles, des canalisations et des structures métalliques.		
Réseau de terre	Ensemble des conducteurs enterrés servant à écouler dans la terre les courants externes en mode commun. Un réseau de terre doit être unique, equipotentiel et maillé.		

	Réf. document RGC 30 075	Révision A	Annexe 3
Résistance de terre	Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms (Ω), elle n'a pas, contrairement au maillage des masses, d'influence sur l'équipotentialité du site.		
Surface équivalente	Surface de sol plat qui recevrait le même nombre d'impacts que la structure ou le bâtiment en question. Cette surface est toujours plus grande que la seule emprise au sol de l'ensemble à protéger. On la détermine en pratique en entourant fictivement le périmètre de cet ensemble par une bande horizontale, dont la largeur est égale à trois fois sa hauteur. Elle peut ensuite être corrigée en tenant compte des objets environnants : arbres, autres structures, susceptibles de dévier un coup de foudre vers eux.		
Sur tension	Variation importante de faible durée de la tension.		
Tension de mode commun	Tension mesurée entre deux fils interconnectés et un potentiel de référence (voir mode commun).		
Tension différentielle	Tension mesurée entre deux fils actifs (voir mode différentiel).		
Tension résiduelle d'un parafoudre	Tension qui apparaît sur une sortie d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge.		
TGBT	Tableau Général Basse Tension		
Traceur	Predécharge progressant à travers l'air et formant un canal faiblement ionisé.		