



BENARY
SOLUTIONS

BENARY SOLUTIONS SAS
1095 Route de Vernosc
07430 Davézieux
☎ 06 58 70 17 95



N°2340226148246



contact@benary-solutions.com
www.benarysolutions.com

ÉTUDE TECHNIQUE Foudre

SELON NF EN 62 305-3/4 ÉDITION DE 2012 & NF C 17-102

**ARV'HY – PROJET STATION MULTI-SERVICES
VOUGY (74)**



ARV'HY – PROJET STATION MULTI-SERVICES VOUGY (74)

**Commanditaire de l'étude :**

ARVE HYDROGÈNE MOBILITÉ
820 Route du Grand Pré
74460 MARNAZ

Adresse de l'établissement :

STATION MULTI-SERVICES
74130 VOUGY

Date de l'intervention : Étude sur plans

Rédigé par :

Date : 15/01/2025

Jordan VALENCONY

Chargé d'études

Qualifoudre N1

technique@benary-solutions.com



Validé par :

Date : 22/01/2025

Benoît CHAILLOT

Directeur Technique

Qualifoudre N3 – n°24601

 **06 58 70 17 95**

b.chailLOT@benary-solutions.com



TABLE DES MODIFICATIONS

VERSION	DATE	Nature de la MODIFICATIONS
A	23/01/2025	Version initiale du document

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

LISTES DES ANNEXES

Annexe 1 : Tableau des Abréviations.

LISTES DES DOCUMENTS

L'ETF ci-après a été réalisée selon les conclusions de l'ARF ainsi que les informations et plans fournis par la société **CAPSICOM**.

Documents	Fourni	Auteur	Référence
Étude de dangers	✗	-	-
Arrêté préfectoral Rubriques ICPE	✓	-	-
Liste des MMR	✓	-	-
Plans de masse Phase 2 & 3	✓	EPI	N°24-EI028-2 du 13/12/2024
Plans de coupe	✓	ELOGEN	Du 29/11/2024
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	✓	EPI	N°24-EI010-1 du 27/11/2024
Synoptique courant fort/faible	✓	EPI	N°24-EI010-1 du 13/12/2024
Dossier de Zonage ATEX	✓	EPI	N°24-EI010-1 du 27/11/2024
Module de Compression 1° étage	✓	ATAWEY	Du 23/07/2024
Module de Compression 2° étage	✓	ATAWEY	Du 18/07/2024
Plan de mise à la terre Phase 1	✓	EPI	N°24-EI010-1 du 13/12/2024
Plan d'éclairage Phase 1	✓	EPI	N°24-EI028-2 du 13/12/2024
Analyse du Risque Foudre	✓	BENARY SOLUTIONS	N°BS250107

En conséquence, la responsabilité de **BENARY SOLUTIONS** 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

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION DE LA MISSION	6
1.1 PRÉSENTATION RÉGLEMENTAIRE	6
1.2 LOCALISATION DU PROJET	7
1.3 PRÉSENTATION DU PROJET	8
1.4 SITUATION RÉGLEMENTAIRE DU PROJET	10
1.5 NORMES RÉGLEMENTAIRES	11
CHAPITRE 2 : MÉTHODOLOGIE DE L'ETF	12
2.1 OBJECTIFS / LIMITES DE L'ÉTUDE TECHNIQUE Foudre	12
CHAPITRE 3 : SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE L'ARF	13
CHAPITRE 4 : DESCRIPTION DES INSTALLATIONS TECHNIQUES	14
4.1 CARACTÉRISTIQUES DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE (Courants forts)	14
4.2 CARACTÉRISTIQUES DU RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATION (Courants faibles)	14
4.3 CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES	14
4.4 MESURES DE MAÎTRISE DES RISQUES (MMR)	15
CHAPITRE 5 : RECENSEMENT DES PROTECTIONS EXISTANTES	16
5.1 INSTALLATION EXTÉRIEURE DE PROTECTION Foudre (I.E.P.F)	16
5.2 INSTALLATION INTÉRIEURE DE PROTECTION Foudre (I.I.P.F)	16
CHAPITRE 6 : PRÉCONISATIONS : EFFETS INDIRECTS (IIPF)	17
6.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE	17
6.2 TYPES DE PARAFOUDRES	18
6.3 NIVEAU DE PROTECTION À ATTEINDRE	19
6.4 DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES DES PARAFOUDRES DE TYPE 1	19
6.5 DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES DES PARAFOUDRES DE TYPE 2	22
6.6 MISE EN ŒUVRE	25
6.7 DISPOSITIF DE DÉCONNEXION	26
6.8 DÉTERMINATION DES PARAFOUDRES DE TYPE « COURANT FAIBLE »	27
6.9 PROTECTION DES CANALISATIONS MÉTALLIQUES ENTRANTES	27
CHAPITRE 7 : PRÉVENTION DU PHÉNOMÈNE ORAGEUX	28
7.1 DÉTECTION D'ORAGE	28
CHAPITRE 8 : RÉALISATION DES TRAVAUX	29
CHAPITRE 9 : VÉRIFICATION DES INSTALLATIONS	30
9.1 VÉRIFICATION INITIALE	30
9.2 VÉRIFICATION PÉRIODIQUE	30
9.3 VÉRIFICATIONS SUPPLÉMENTAIRES	31
CHAPITRE 10 : SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE TECHNIQUE	32

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION DE LA MISSION

1.1 PRÉSENTATION RÉGLEMENTAIRE

Dans le cadre du projet de création d'une Station Multi-Services de la société **ARVE HYDROGÈNE MOBILITÉ** basé sur la commune de VOUGY (74), une Etude Technique est réalisée.

Le site est soumis à autorisation au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, et est donc concerné par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application.

L'Etude Technique, objet de ce document, est réalisée sur la base des résultats de l'Analyse du Risque Foudre réalisée par **BENARY SOLUTIONS**, détaillé dans le rapport **BS250107**.

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 ;
- ✓ Préconisations des protections à mettre en œuvre contre les effets directs de la foudre (IEPF) ;
- ✓ Préconisations des protections à mettre en œuvre contre les effets indirects de la foudre (IIPF) ;
- ✓ Description des mesures de prévention à mettre en place en cas d'orage.

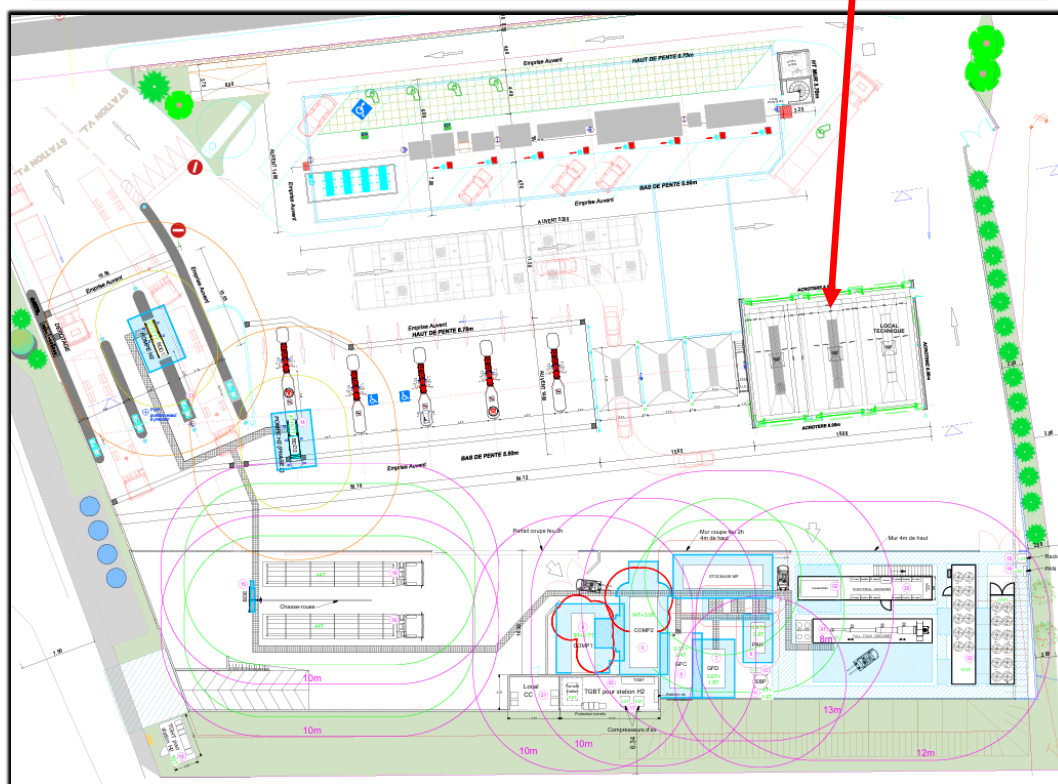
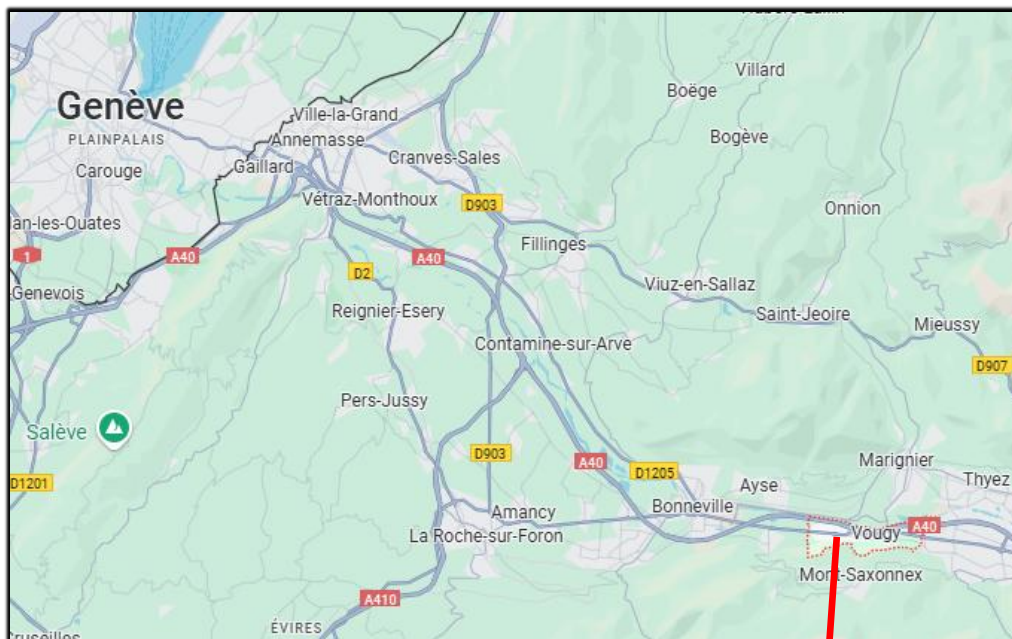
L'installateur doit se reporter aux préconisations et à la description des travaux définis dans ce document.

1.2 LOCALISATION DU PROJET

Le site sera situé :



STATION MULTI-SERVICES 74130 VOUGY



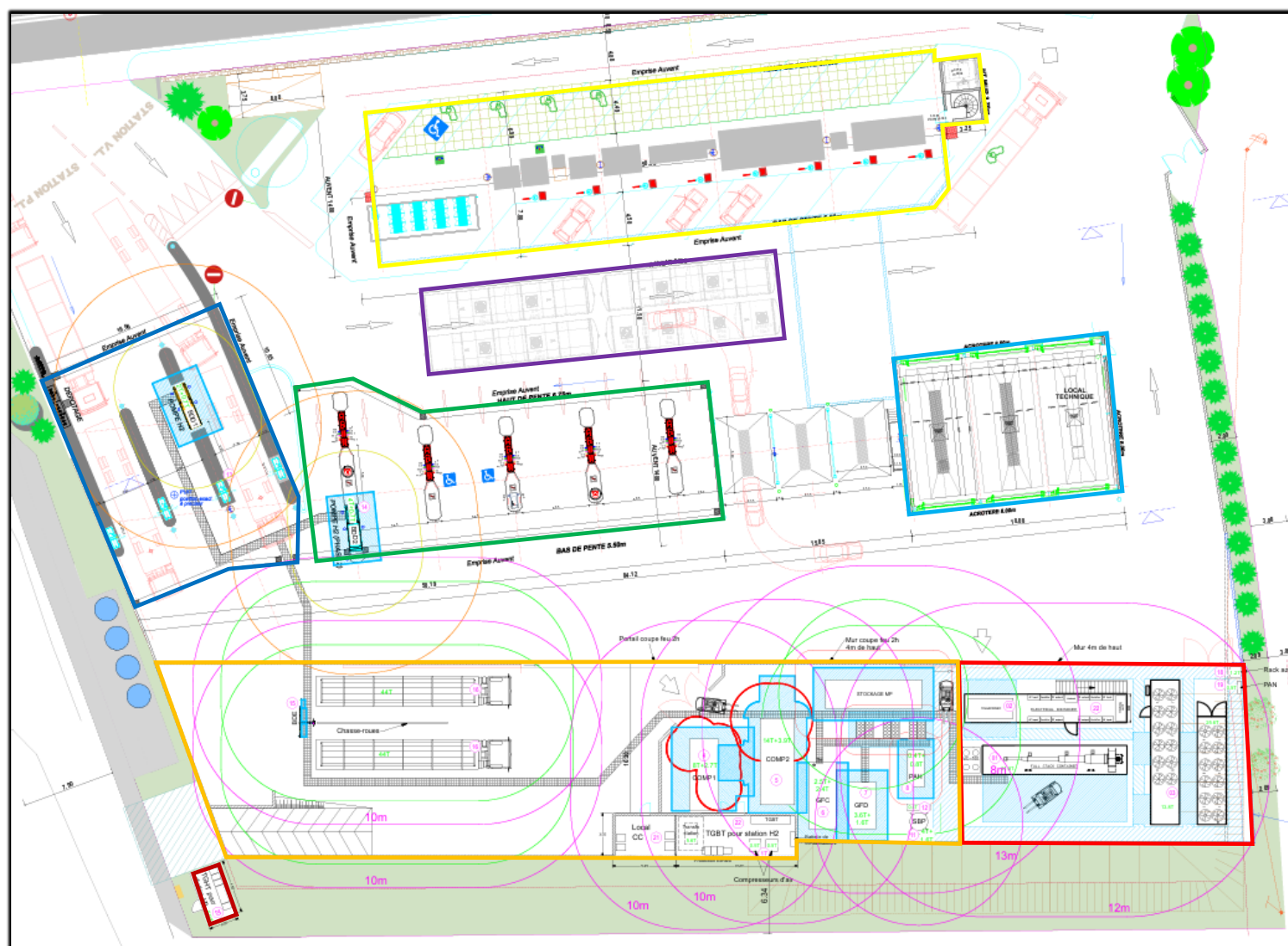
Plan de masse du Projet de Station Multi-Services

1.3 PRÉSENTATION DU PROJET

Les cinq acteurs locaux de premier plan que sont LSBN, Ataway, Axpo, Jean Lain Mobilités et le Crédit Agricole des Savoie ont décidé d'**unir leurs compétences pour façonner le paysage énergétique de demain** à travers la mise en place d'une **station de distribution d'hydrogène vert et d'une production d'hydrogène vert**.

La constitution de la société **ARVE HYDROGENE MOBILITE** marque le point de départ de cette collaboration ambitieuse.

La zone géographique choisie est une **implantation stratégique** du projet à Vougy au cœur de la **vallée de l'Arve** aux portes de l'**A40** (<3km).



Plan de masse du Projet de Station Multi-Services

Le projet se décompose de la manière suivante :

-  Zone électrolyseur composé d'un container puissance (poste de transformation exclusif à l'électrolyseur et ensemble d'armoires électriques), d'un container process (électrolyseur), de deux containers thermiques, d'une zone de stockage et platine azote ;
 -  Zone gestion de l'hydrogène composé de compresseurs, de groupes froids, des zones de stockages (HP, MP, BP, tube trailer), d'un poste de transformation pour l'ensemble de la station, d'un TGBT ;
 -  Zone de distribution de l'hydrogène composé de bornes simples ;
 -  Zone de distribution de carburants fossiles composé d'une borne double (carburants + hydrogène), et de bornes simples ;
 -  Zone de distribution électrique composé de bornes de recharges électriques et d'un bâtiment de maintenance ;
 -  Bâtiment Station ;
 -  Local TGHT exclusif à la station hydrogène ;
 -  Local de transformation exclusif à la distribution des bornes de recharges électriques ;
 -  Zone de cuves à carburant enterrée ;
- ✓ Des espaces verts.

1.4 SITUATION RÉGLEMENTAIRE DU PROJET

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

N° de rubrique	Désignation simplifiée de la rubrique	Classement
1414-3	Installation de remplissage ou de distribution de gaz inflammables liquéfiés.	Déclaration
1416	Stockage ou emploi d'hydrogène.	Déclaration
1435	Stations-service : installations, ouvertes ou non au public, où les carburants sont transférés de réservoirs de stockage fixes dans les réservoirs à carburant de véhicules.	Déclaration
4715	Hydrogène (numéro CAS 133-74-0).	Autorisation
4734-1-c	Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution utilisés aux mêmes fins et aux mêmes usages et présentant des propriétés similaires en matière d'inflammabilité et de danger pour l'environnement.	Déclaration

Le site est concerné par l'arrêté du **4 octobre 2010 modifié** relatif à la protection contre la **foudre** de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.

1.5 NORMES RÉGLEMENTAIRES

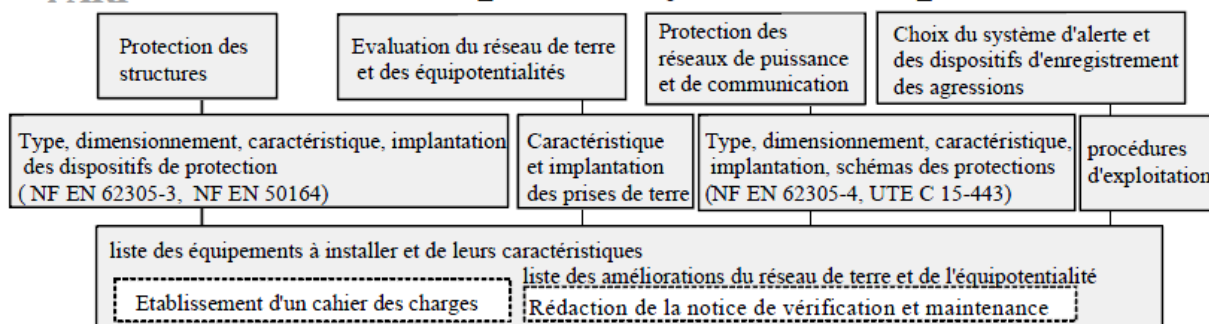
Textes réglementaires		
Arrêté	Désignation	
Arrêté du 4 octobre 2010 modifié	Arrêté relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation - section III : dispositions relatives à la protection contre la foudre.	
Circulaire du 24 avril 2008	Relative à l’application de l’arrêté du 4 octobre 2010 modifié.	
Ensembles des normes de références		
NF EN 62 305-3	Décembre 2012	Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains.
NF EN 62 305-4	Décembre 2012	Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures.
NF C 15-100	Compil 2013	Installations électriques basse tension.
NF EN IEC 61 643-11	Mars 2018	Parafoudres BT - Partie 11 : parafoudres connectés aux systèmes basse tension - Exigences et méthodes d'essai.
IEC 61 643-12	Mai 2020	Parafoudres BT- Partie 12 : parafoudres connectés aux réseaux de distribution BT - Principes de choix et de mise en œuvre.
NF EN 61 643-21	Juillet 2013	Parafoudres BT – Partie 21 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d’essais.
IEC 61 643-22	Juin 2015	Parafoudres BT – Partie 22 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Principes de choix et d’application.
NF EN IEC 62793	Octobre 2020	Systèmes d'alerte aux orages - Protection contre la foudre.
Guides pratiques (à titre informatif)		
Guide UTE C 15-443	Août 2004	Protection des installations électriques à basse tension contre les surtensions d’origine atmosphérique ou dues à des manœuvres.
Guide OMEGA 3 de l’INERIS	Décembre 2011	Protection contre la foudre des installations classées pour la protection de l’environnement.
FAQ Version 3.0 de l’INERIS	30 novembre 2023	Foire aux questions de l’INERIS.
Notes Qualifoudre	En vigueur	Note n°1 a n°6

CHAPITRE 2 : MÉTHODOLOGIE DE L'ETF

2.1 OBJECTIFS / LIMITES DE L'ÉTUDE TECHNIQUE Foudre

Selon
l'ARF

Etude technique du système de protection



 L'Étude Technique réglementaire, traitée dans le présent document, ne concerne que le risque de type R1 (perte de vie humaine). Elle ne concerne pas :

- ✓ **Les risques de dommages aux matériels électriques et électroniques** qui ne mettent pas en danger la vie humaine ;
- ✓ **Les risques de pertes de valeurs économiques (risque R4) ;**
- ✓ **Les risques d'impact médiatique** relatifs à un dommage physique (incendie / explosion).

Pour ces derniers risques, l'exploitant peut décider de façon purement volontaire d'aller au-delà des exigences réglementaires et mener des analyses de risque foudre complémentaires, voire de protéger une installation de façon déterministe.

CHAPITRE 3 : SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE L'ARF

Récapitulatif des résultats de l'Analyse du Risque Foudre

Le tableau suivant synthétise les mesures de protection à mettre en œuvre :

PROJET DE STATION MULTI-SERVICES ARV'HY (74)		
ÉQUIPEMENTS À PROTÉGER		NIVEAU DE PROTECTION
BÂTIMENT GESTION D'HYDROGÈNE + ÉLECTROLYSEUR	PROTECTION EFFETS DIRECTS	✓ Pas de protection nécessaire.
	PROTECTION EFFETS INDIRECTS	✓ Protection de niveau IV .
AUVENT DISTRIBUTION D'HYDROGÈNE + CARBURANT	PROTECTION EFFETS DIRECTS	✓ Pas de protection nécessaire.
	PROTECTION EFFETS INDIRECTS	✓ Protection de niveau IV .
AUVENT DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE	PROTECTION EFFETS DIRECTS	✓ Pas de protection nécessaire.
	PROTECTION EFFETS INDIRECTS	✓ Protection de niveau IV .
BÂTIMENT STATION	PROTECTION EFFETS DIRECTS	✓ Pas de protection nécessaire.
	PROTECTION EFFETS INDIRECTS	✓ Protection de niveau IV .
MMR		✓ Centrale détention incendie / gaz ; ✓ Extinction automatique des pistes de carburant fossile ; ✓ Centrale intrusion / contrôle accès.
CANALISATIONS MÉTALLIQUES		✓ Auvents (si métalliques) ; ✓ Cuves de stockage ; ✓ Bornes ; ✓ Tubes trailers ; ✓ Événements et zone de déchargement camion ; ✓ Eau (si métallique).
PRÉVENTION		Une mise en place de procédure spécifique (en interne) de prévention d'orage est nécessaire : ✓ Ne pas intervenir en toiture ; ✓ Ne pas intervenir sur les installations électriques HT ou BT. ✓ Pas de dépotage de gasoil.

Une installation de protection contre la foudre (éléments naturels) ne peut assurer la protection absolue des structures, des personnes, des biens et l'environnement. L'application des principes de protection permet de réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les structures. (Équipements, hommes...).

CHAPITRE 4 : DESCRIPTION DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

4.1 CARACTÉRISTIQUES DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE (Courants forts)

Le projet sera alimenté par deux lignes Haute Tension (HT) en 20 kV souterraines issues du réseau ENEDIS vers un TGHT à proximité de l'auvent de gestion de l'hydrogène.

Celui-ci, à son tour, alimentera quatre postes de transformation HT/BT (Local TGHT, Bornes Électriques, Électrolyseur et Station Hydrogène) dans les locaux techniques.

Enfin, ces derniers alimenteront le TGBT Général, le TGBT Électrolyseur, le coffret Station Hydrogène, ainsi que les bornes de rechargement électriques.

- ✓ Le régime de neutre du site sera **TN-C** en amont des TGBT puis **TN-S**.

4.2 CARACTÉRISTIQUES DU RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATION (Courants faibles)

Nous n'avons aucune information concernant le réseau de télécommunication du projet.

Néanmoins, nous estimons que le site sera raccordé au réseau téléphonique via une ligne en fibre optique souterraine vers la zone administrative. La fibre n'étant pas vulnérable à la foudre cette ligne ne sera donc pas prise en compte dans cette étude.

4.3 CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES

Structure	Liaisons	Nature
Ensemble de la station	Auvents	Inconnue
	Cuves de stockage	Métallique
	Bornes	Métallique
	Tubes trailers	Métallique
	Évents et zone de déchargement camion	Métallique
	Eau	Inconnue
	Évacuation des eaux	PVC / PER / PE

Source : Selon les plans fournis.

4.4 MESURES DE MAÎTRISE DES RISQUES (MMR)

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.

Les équipements sont listés dans le tableau suivant :

MMR	Sensibilité à la foudre
Extincteurs / RIA	✗
Centrale détection incendie	✓
Centrale détection gaz	✓
Extinction automatique des pistes de carburant fossile	✓
Centrale intrusion	✓
Centrale de contrôle d'accès	✓

Source : Selon informations clients.

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

CHAPITRE 5 : RECENSEMENT DES PROTECTIONS EXISTANTES

5.1 INSTALLATION EXTÉRIEURE DE PROTECTION Foudre (I.E.P.F)

Le site étant actuellement en projet, aucune protection I.E.P.F n'est existante.

5.2 INSTALLATION INTÉRIEURE DE PROTECTION Foudre (I.I.P.F)

Le site étant actuellement en projet, aucune protection I.I.P.F n'est existante.

CHAPITRE 6 : PRÉCONISATIONS : EFFETS INDIRECTS (IIPF)

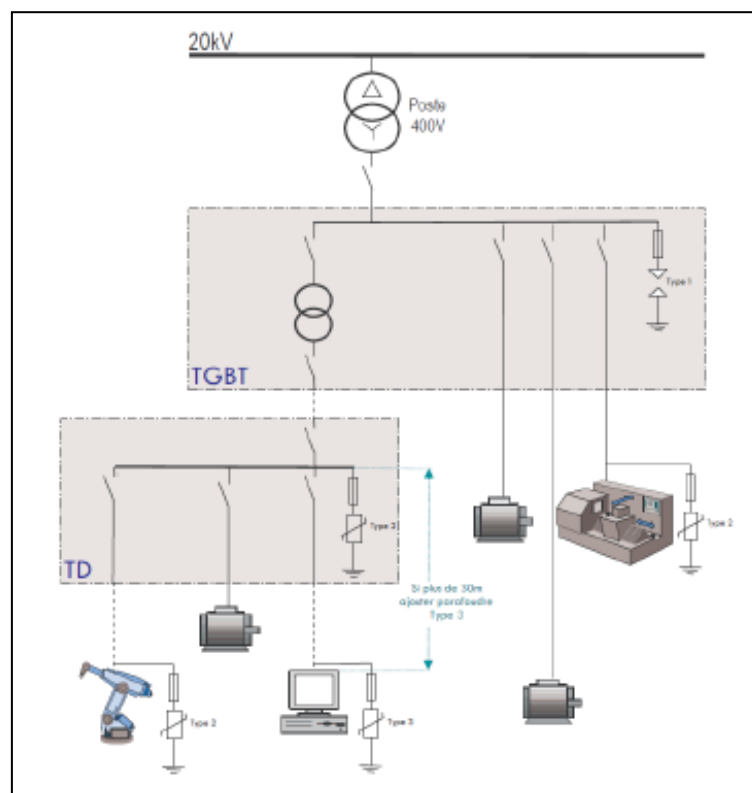
6.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Lors d'un coup de foudre direct ou proche, les surtensions apparaissent en raison de la chute de tension au niveau de la résistance de terre et de la montée du potentiel au niveau des câbles d'alimentation.

Les appareils de protection contre les surtensions appelés « parafoudres » sont des appareils dont les principaux composants sont des résistances variables en fonction de la tension (varistances et écrêteurs) et/ou des éclateurs (éclateur à décharge en surface).

Une protection devra être mise en place :

- ✓ Au niveau de l'alimentation principales des bâtiments équipés de paratonnerres conformément aux obligations des normes NF EN 62305.
- ✓ Sur les Équipements Importants Pour la Sécurité.
- ✓ Sur les canalisations conductrices provenant de l'extérieur des bâtiments (équipements en toiture, réseaux électriques, ...).

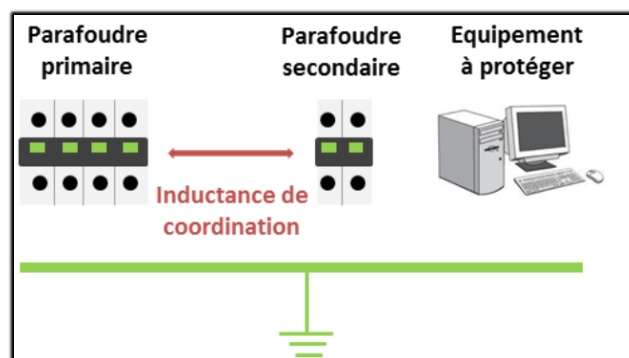


Principe de protection par parafoudres

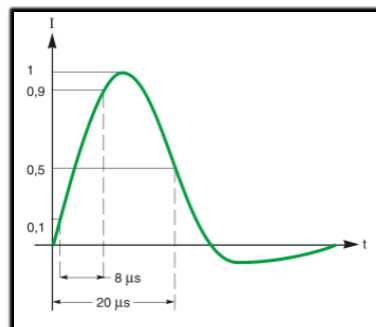
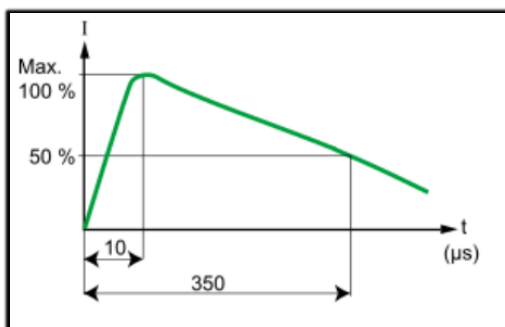
6.2 TYPES DE PARAFOUDRES

Les parafoudres permettent de réaliser la protection primaire, ou la protection secondaire se classent de la façon suivante :

- ✓ **Les parafoudres de type 1 /type 1 + 2** : Très forte capacité d'écoulement, testé en onde de courant 10/350 μ s (courant foudre), ils sont destinés à la protection de tête des bâtiments équipés de paratonnerres.
- ✓ **Les parafoudres de type 2** : Forte capacité d'écoulement, testé en onde de courant 8/20 μ s, ils servent pour la protection de tête en l'absence de paratonnerre et de protection secondaire en cascade d'un parafoudre de type I.
- ✓ **Les parafoudres de type 3** : ils sont exclusivement réservés pour affiner la protection des récepteurs et s'installent derrière un type 1 et/ou un type 2.



Le courant est de nature impulsionnelle, et sa forme se caractérise par une valeur de crête, un front de montée jusqu'à la crête (ou temps de montée) et un temps de décroissance (cf graphiques ci-dessous)



6.3 NIVEAU DE PROTECTION À ATTEINDRE

Suite aux conclusions de l'ARF basée sur la norme NF EN 62305-2, le niveau de protection obtenu sur les lignes entrantes pour l'ensemble des structures du **PROJET STATION MULTI-SERVICES ARV'HY (74)** sont :

NIVEAU IV (ICPE)

6.4 DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES DES PARAFOUDRES DE TYPE 1

Ces parafoudres sont obligatoires en la présence d'un dispositif de capture (PDA, Pointe Simple...).

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.

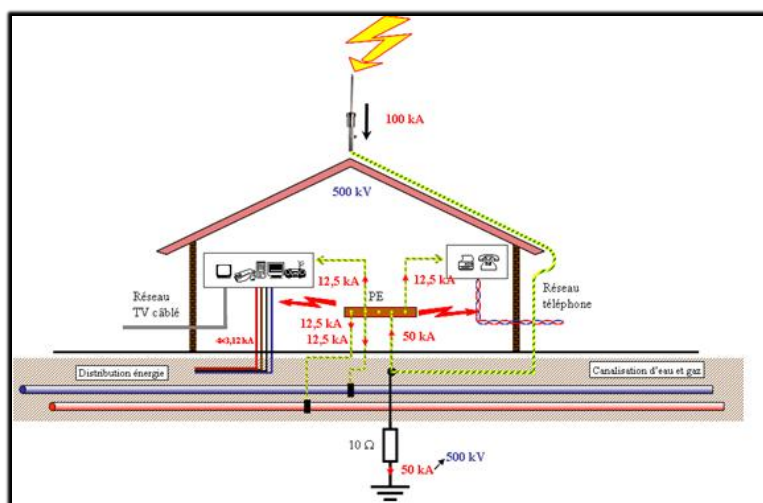
❖ **Calcul du courant I_{imp} des parafoudres de type 1 (et TYPE 1 + 2) :**

Le courant I_{imp} est le courant que doit pouvoir écouler le parafoudre de type 1 sans sa destruction : le parafoudre doit pouvoir écouler au minimum 50% du courant de foudre direct en onde 10/350 µs.

Premier choc court			Niveau de protection			
Paramètres du courant	Symbole	Unité	I	II	III	IV
Courant crête	I	kA	200	150	100	

Le niveau de protection calculé dans l'Analyse du Risque Foudre conduit à déterminer le courant foudre que doit pouvoir écouler le parafoudre. Ce courant est donné par la formule suivante :

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



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

Les valeurs retenues sont les suivantes :

TGBT LOCAL « TGHT » :

- ✓ Niveau de protection : IV
- ✓ Nombre de lignes m : 3
Donc : 2 câbles HT + 1 Câbles BT.

- ✓ Nombre de pôles n : 4

Régime du neutre TN-C, 4 pôles (3 phases, 1 neutre) par câbles.

TGBT LOCAL « STATION HYDROGÈNE » + « ÉLECTROLYSEUR » + « TRANSFO BORNES ÉLECTRIQUES » :

- ✓ Niveau de protection : IV
- ✓ Nombre de lignes m : 1
Donc : 1 Câble BT.

- ✓ Nombre de pôles n : 4

Régime du neutre TN-C, 4 pôles (3 phases, 1 neutre) par câbles.

	TGBT LOCAL « STATION HYDROGÈNE »	TGBT LOCAL « ÉLECTROLYSEUR »	TGBT DU LOCAL « TGHT »	TGBT DU LOCAL « TRANSFO BORNES ÉLECTRIQUES »
Régime de neutre	TN-C	TN-C	TN-C	TN-C
Pour le m	1	1	3	1
Pour le n	4	4	4	4
$n \times m =$	4	4	12	4
Calcul le plus défavorable IV $(0,5 / (n \times m)) \times 100 =$	12,5	12,5	4,17	12,5

On retrouve ainsi les résultats suivants :

Courant de choc i_{imp} en onde 10/350 $\mu s \geq 12,5$ kA*

* Valeur minimum imposée par la norme NF EN 62 305.

Niveau de protection $U_p \leq 2,5$ kV*

* Valeur maximale à l'origine d'une installation.

❖ Caractéristiques des parafoudres type 1/1+2 :

Les parafoudres auront les caractéristiques suivantes selon CEI 61643-11 et guide UTE C 15-443.

- ✓ Régime de neutre : **TN-C** ;
- ✓ Tension maximale en régime permanent : **U_c = À définir** ;
- ✓ Courant maximum de décharge (onde 10/350 μ s) : **I_{imp} = 12,5 kA** ;
- ✓ Niveau de protection : **$U_p \leq 2,5$ kV pour un Type 1**

$U_p \leq 1,5$ kV pour un Type 1+2

- ✓ Forme onde du courant : **10/350 μ s** ;
- ✓ Signalisation de défaut en face avant ;
- ✓ Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

Liste des parafoudres de type 1+2 à installer :

PARAFOUDRES TYPE 1+2	
Caractéristiques	Localisation
Régime TN-C – TRI I_{imp} 12,5 kA - $U_p \leq 1,5$ kV	TGBT LOCAL « STATION HYDROGÈNE »
Régime TN-C – TRI I_{imp} 12,5 kA - $U_p \leq 1,5$ kV	TGBT LOCAL « ÉLECTROLYSEUR »
Régime TN-C – TRI I_{imp} 12,5 kA - $U_p \leq 1,5$ kV	TGBT DU LOCAL « TGHT »
Régime TN-C – TRI I_{imp} 12,5 kA - $U_p \leq 1,5$ kV	TGBT DU LOCAL « TRANSFO BORNES ÉLECTRIQUES »

6.5 DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES DES PARAFOUDRES DE TYPE 2

Cette protection 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. (Essais de classe II, tests en onde de courant 8/20µs).

Il est donc obligatoire de prévoir l'installation des parafoudres de Type 2, au niveau des armoires secondaires ou TD alimentant des équipements sensibles (**MMR**) conformément à la norme NF EN 62305-4.

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

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

❖ Choix du courant nominal de décharge (In) :

A l'origine d'une installation alimentée par le réseau de distribution publique, le courant nominal de décharge (In) recommandé est de 5 kA (en onde 8/20 µs) pour les parafoudres Type 2. Une valeur plus élevée donnera une durée de vie plus longue.

❖ Évaluation du niveau d'exposition aux surtensions de foudre :

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

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

✓ **Nk** (Niveau céramique local) = **11,8**

✓ **LBT** est la longueur en Km de la ligne basse tension « BT » alimentant l'installation.
(Pour information, pour des valeurs supérieures ou égales à 0,5 km, on retiendra une valeur $\rightarrow LBT = 0,5$).

✓ **δ** est un coefficient prenant en compte la situation de la ligne et celle du bâtiment. La valeur du coefficient retenue est donnée dans le Tableau 2 du guide UTE C 15-443 :

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

❖ Application de la formule :

$$F = 11,8 \times (1,6 + (2 \times 0,5) + 0,5)$$

Soit : $F = 36,58$.

Le paramètre F est donc égal à 36,58 pour ce site.

Le Tableau 6 du guide UTE C 15-443 permet d'optimiser le choix de (In) en fonction du paramètre F :

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

Conformément au guide UTE C 15-443, à Le courant nominal de décharge minimum (In) retenu pour les parafoudres Type 2 sur ce site est de **5 kA** au minimum.

❖ Choix du niveau de protection (Up) :

Le niveau de protection en tension (Up) est le paramètre le plus important pour caractériser le parafoudre. Il indique le niveau de surtension aux bornes du parafoudre.

Le niveau de protection en tension (Up) du parafoudre doit être coordonné à la tension de tenue aux chocs du matériel à protéger.

Niveau de protection $U_p \leq 1,5$ kV (sous In = 5 kA)

* Conformément à la norme NF C 15-100 pour des armoires secondaires.

❖ Caractéristiques des parafoudres type 2 :

Les parafoudres ont les caractéristiques suivantes selon CEI 61643-11 et guide UTE C 15-443.

- ✓ Régime de neutre : **TN-S** ;
- ✓ Tension maximale en régime permanent : **$U_c = \text{\AA}$ définir** ;
- ✓ Intensité nominale de décharge (en onde 8/20µs) : **In $\geq$ 5 kA** ;
- ✓ Niveau de protection : **$U_p = 1,5$ kV** ;
- ✓ Intensité maximale de décharge (en onde 8/20µs) : **$I_{max} \geq 10$ kA** ;
- ✓ Forme onde du courant : **8/20 µs** ;
- ✓ Signalisation de défaut en face avant ;
- ✓ Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

PARAFODRES TYPE 2	
Caractéristiques	Localisation
Régime TN-S - Mono In 5kA – I _{max} 10 kA Up ≤ 1,5 kV	Centrale incendie
Régime TN-S - Mono In 5kA – I _{max} 10 kA Up ≤ 1,5 kV	Centrale détection gaz
Régime TN-S – à définir In 5kA – I _{max} 10 kA Up ≤ 1,5 kV	Centrale intrusion
Régime TN-S - à définir In 5kA – I _{max} 10 kA Up ≤ 1,5 kV	Centrale contrôle d'accès
Régime TN-S - à définir In 5kA – I _{max} 10 kA Up ≤ 1,5 kV	Extinction automatique des pistes de carburant fossile
Régime TN-S - à définir In 5kA – I _{max} 10 kA Up ≤ 1,5 kV	Ensemble des TD Divisionnaires
Régime TN-S - à définir In 5kA – I _{max} 10 kA Up ≤ 1,5 kV	Autres installations sensibles

NOTA : L'installation des parafoudres devra impérativement respecter les recommandations du guide UTE C 15-443 et respecter une homogénéité des marques afin d'assurer la coordination entre les parafoudres.

6.6 MISE EN ŒUVRE

L'efficacité de la protection contre la foudre dépend principalement de la qualité de l'installation des parafoudres.

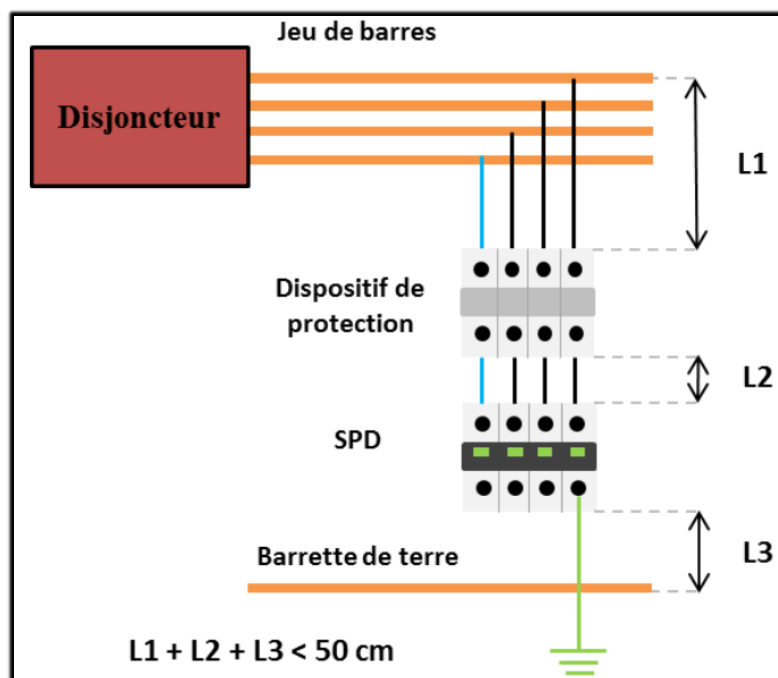
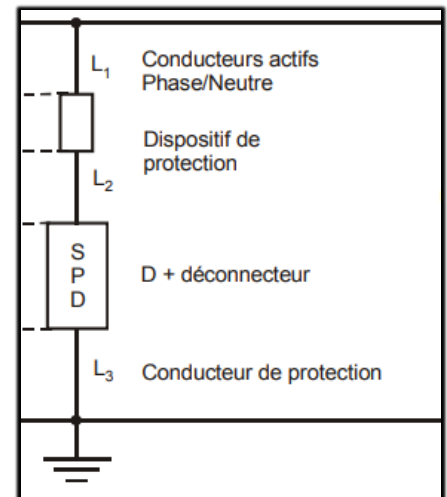
Ainsi la longueur L_1 , L_2 et L_3 de la règle des « 50 cm » impacte directement la tension aux bornes de l'installation pendant le coup de foudre.

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

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

La longueur cumulée de conducteurs parallèles de raccordement du parafoudre au réseau devra être **strictement inférieure à 0,50 m ($L_1+L_2+L_3$)**.

La mise en œuvre doit être réalisée conformément au guide UTE C 15-443.



6.7 DISPOSITIF DE DÉCONNEXION

Il est prévu un dispositif de protection contre les courants de défaut et les surintensités (Fusibles HPC, disjoncteur...). Ce dispositif sera dimensionné par l'installateur (**note de calculs à l'appui**). **Afin de privilégier la continuité des installations électriques**, les dispositifs de protection des parafoudres respecteront **les règles de sélectivité et devront avoir un pouvoir de coupure supérieur à l'ICC au point de l'installation**.

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

L'installateur devra dimensionner le dispositif de protection en fonction du guide INERIS « *Choix et installation des déconnecteurs pour les parafoudres BT de Type 1* » et des recommandations des fabricants de parafoudres.

6.8 DÉTERMINATION DES PARAFOUDRES DE TYPE « COURANT FAIBLE »

Les parafoudres « courants faibles » seront conformes, par les normes internationales : NF EN 61643-21 et -22 qui définit les prescriptions de fonctionnement et les méthodes d'essais de ces parafoudres.

Le paramètre "tension de limitation impulsionnelle" quantifie la surtension résiduelle en aval du parafoudre lorsqu'il est sollicité par une surtension. Concernant ce paramètre, les essais les plus représentatifs des coups de foudre sont :

- Les essais de **catégorie D** pour les effets directs de la foudre (onde de courant 10/350µs) correspondent aux parafoudres qui doivent être installés sur les services entrants.
- Les essais de **catégorie C** pour les effets induits de la foudre (onde de courant 8/20µs).

Les parafoudres courants faibles choisis devront être adaptés au niveau de protection nécessaire, ainsi qu'au type de signal transitant sur la liaison. Des essais devront être réalisés pour vérifier que la transmission du signal n'est pas perturbée suite à la mise en place de parafoudres.

Ligne télécom
Ligne fibre optique → Sans Objet Non vulnérable par la foudre

6.9 PROTECTION DES CANALISATIONS MÉTALLIQUES ENTRANTES

Les canalisations et éléments métalliques (eau, événements de dépotage, cuves de stockage, zone de déchargement camion, tubes trailers, bornes, auvents...) devront être raccordées au réseau de terre du bâtiment et ceci à leurs points de pénétration et par l'intermédiaire d'un conducteur normalisé NF EN 62 305 (voir section dans le tableau ci-dessous).

Type de SPF	Matériau	Section mm ²
I à IV	Cuivre	5
	Aluminium	8
	Acier	16

Un fond fouille du site sera prévu en 25 mm²/50mm²(à définir ou confirmer par le constructeur), les installations seront toutes raccordées au réseau de terre via une câblette nue 25 mm².

CHAPITRE 7 : PRÉVENTION DU PHÉNOMÈNE ORAGEUX

7.1 DÉTECTION D'ORAGE

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

- ✓ Soit un service local de détection des orages et/ou fronts orageux par réseau national METEORAGE ;
- ✓ Soit un système local de détection par moulin à champ.

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

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

Mesures de prévention à mettre en place :

A l'approche d'un orage, l'accès en toiture doit être interdit ainsi que les interventions sur le réseau électrique. Cette prévention devra faire l'objet d'une information auprès du personnel sur les risques de foudroiement direct et indirect.

CHAPITRE 8 : RÉALISATION 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 par l'arrêté du 11 mai 2015.

L'installation doit être conforme à l'étude technique. Il convient de mettre à jour cette dernière, lorsque l'installation impose des modifications des prescriptions.

CHAPITRE 9 : VÉRIFICATION DES INSTALLATIONS

9.1 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 et existence des liaisons équipotentiellles ;
- ✓ 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 des câbles...).

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

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

9.2 VÉRIFICATION PÉRIODIQUE

L'arrêté du 4 octobre 2010 modifié stipule que l'installation de protection foudre doit être contrôlée par un organisme compétent selon la périodicité ci-dessous :

Niveau de protection	Vérification visuelle (année)	Vérification complète (année)	Vérification complète des systèmes critiques (année)
I et II	1	2	1
III et IV	2	4	1

NOTE Pour les structures avec risque d'explosion, une vérification complète est suggérée tous les 6 mois. Il convient d'effectuer une vérification complète une fois par an.

Une exception acceptable à l'essai annuel peut être un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des mesures de prise de terre en diverses saisons.

Toutes les vérifications sont réalisées conformément à la **Notice de Vérification et Maintenance**. Celle-ci n'ont pas pour objet de statuer sur la pertinence de l'analyse du risque foudre ou de l'étude technique.

Chaque vérification périodique doit faire l'objet d'un rapport détaillé reprenant l'ensemble des constatations et précisant les mesures correctives à prendre.

Tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre (modification, vérification, coup de foudre, opération de maintenance...) sont consignés dans le **Carnet de bord**. Les enregistrements des agressions de la foudre sont datés et si possible localisés sur le site.

Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts, il convient d'y remédier dans les meilleurs délais afin de maintenir l'efficacité optimale du système de protection contre la foudre.

9.3 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 pour donner 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 le **Carnet de Bord** mis à disposition du vérificateur, inspecteur, etc.

CHAPITRE 10 : SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE TECHNIQUE

Le tableau ci-dessous synthétise les travaux à réaliser dans le cadre de la protection contre la foudre :

PROJET STATION MULTI-SERVICES ARV'HY (74)		
Travaux à mettre en œuvre	Obligation	Optimisation
<u>Protection effets directs :</u> ✓ Sans objet.	x	
<u>Protection effets indirects :</u> <u>Mise en place des parafoudres type 1 + 2 :</u> (Caractéristiques 10/350 μ s, Iimp 12,5 kA, Up 1,5kV) ✓ TGBT LOCAL « STATION HYDROGÈNE » ; ✓ TGBT LOCAL « ÉLECTROLYSEUR » ; ✓ TGBT DU LOCAL « TGHT » ; ✓ TGBT DU LOCAL « TRANSFO BORNES ÉLECTRIQUES ».	x	
<u>Mise en place des parafoudres type 2 :</u> (Caractéristiques 8/20 μ s, In 5 kA, Up 1,5kV, Imax 10 kA) ✓ Centrale incendie ; ✓ Centrale détection gaz ; ✓ Centrale intrusion ; ✓ Centrale contrôle d'accès ; ✓ Extinction automatique des pistes de carburant fossile ; ✓ Ensemble des TD Divisionnaires ; ✓ Autres installations sensibles.	x	
<u>Parafoudres lignes télécom :</u> ✓ Sans Objet.	x	
<u>Mise à la terre les canalisations :</u> ✓ Auvents (si métallique). ; ✓ Cuves de stockage ; ✓ Poste de déchargement camion ; ✓ Bornes ; ✓ Tubes trailers ; ✓ Événements de dépotage ; ✓ Eau (si métallique).	x	

Annexe n°1

TABLEAU DES ABRÉVIATIONS

- ✓ ARF : Analyse du Risque Foudre
- ✓ ETF : Étude Technique Foudre
- ✓ ATEX : Atmosphère Explosive
- ✓ BT : Basse Tension
- ✓ HT : Haute Tension
- ✓ CF : Courant Faible
- ✓ DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
- ✓ ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
- ✓ IEMF : Impulsion Électromagnétique Foudre
- ✓ IIPF : Installation Intérieure de Protection contre la Foudre
- ✓ INERIS : Institut National de l'Environnement industriel et des Risques
- ✓ IPN : I à Profil Normalisé
- ✓ MMR : Mesures de Maîtrise des Risques
- ✓ NPF : Niveau de Protection contre la Foudre
- ✓ Ng / Nsg : Densité moyenne de foudrolement pour une commune
- ✓ PDA : Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage
- ✓ PDT : Prise De Terre
- ✓ RIA : Robinet d'Incendie Armé
- ✓ SPF : Système de Protection Foudre
- ✓ TGBT : Tableau Général Basse Tension
- ✓ ZPF : Zone de Protection Foudre

