
Annexe 6 – Etude sprinkler

DOSSIER DE DEMANDE D'ENREGISTREMENT

Novembre 2022

Construction d'une plate- forme logistique

ID LOGISTICS

Rue du Parc

89 340 VILLENEUVE-LA-GUYARD

**Etude sur la détection incendie
assurée par le système d'extinction
automatique d'incendie**



19 Bis avenue Léon Gambetta
92120 Montrouge
T+33 1 46 94 80 64

www.b27.fr
contact@b27.fr

L'objectif de cette étude est de répondre à l'exigence de l'arrêté du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510 concernant la possibilité d'assurer la détection incendie au moyen du système de d'extinction automatique d'incendie :

Article 12 - Systèmes de détection incendie

La détection automatique d'incendie avec transmission, en tout temps, de l'alarme à l'exploitant est obligatoire pour les cellules, les locaux techniques et pour les bureaux à proximité des stockages. Cette détection actionne une alarme perceptible en tout point du bâtiment permettant d'assurer l'alerte précoce des personnes présentes sur le site, et déclenche le compartimentage de la ou des cellules sinistrées.

Le type de détecteur est déterminé en fonction des produits stockés. Cette détection peut être assurée par le système d'extinction automatique s'il est conçu pour cela, à l'exclusion du cas des cellules comportant au moins une mezzanine, pour lesquelles un système de détection dédié et adapté doit être prévu.

Il s'agit donc de vérifier que le système sprinkler prévu dans les cellules d'entreposage de produits combustibles courants de l'entrepôt objet du présent dossier permet une détection précoce de tout départ d'incendie quelle que soit la nature des produits stockés.

1 DESCRIPTION DES PARTIES DE L'OUVRAGE CONCERNEES PAR L'ETUDE

1.1 Caractéristiques de l'établissement

L'objet du présent dossier d'Enregistrement est un bâtiment destiné à un usage d'entreposage, d'activité et de bureaux qui présentera une surface plancher de 41 168,2 m². Ce bâtiment sera implanté sur un terrain de 92 971 m² dans la Zone Artisanale Le Parc, sur la commune de Villeneuve-la-Guyard (89 340).

Les produits stockés dans les cellules relèveront de la rubrique 1510-2 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

La hauteur libre sous poutre minimale sera égale à 11,6 m. La hauteur moyenne sous bac sera de 13,4 m. La hauteur sous bac au faitage sera de 13,7 m. La hauteur au faitage sera de 13,82 m et la hauteur à l'acrotère sera de 14,08 mètres.

La structure du bâtiment assurera une stabilité au feu de 1 h (R60).

Les murs coupe-feu séparant les cinq cellules du bâtiment sera coupe-feu de degré 2 heures (REI 120), ils dépasseront en toiture sur une hauteur de 1 mètre.

Les portes coulissantes seront équipées d'un système DAD (Détecteur Autonome Déclencheur) permettant leur fermeture automatique en cas d'incendie mais également leur fermeture manuelle. Les murs séparatifs seront également équipés d'issues de secours. Ces portes seront coupe-feu de degré 2 heures (EI 120). Elles seront maintenues fermées en état normal par des ferme-portes.

La couverture du bâtiment sera réalisée à partir de bacs en acier galvanisé autoportants avec isolation en panneaux laine de roche et étanchéité multicouche (procédé élastomère auto protégé). L'ensemble de la toiture satisfera au classement BROOF (T3).

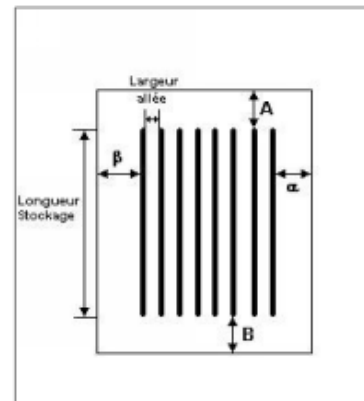
1.2 Organisation des cellules

Les cellules objet de la présente étude sont destinées à accueillir une activité d'entreposage et de logistique. Il pourra accueillir 79 280 palettes.

- **Mode de stockage dans les cellules**

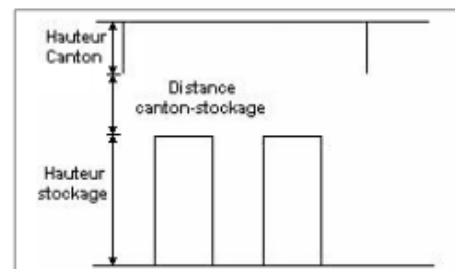
Les caractéristiques de stockage sont les suivants :

Nombre de niveaux	8
Mode de stockage	Rack
Dimensions	
Longueur de stockage	109,4 m
Déport latéral α	0,0 m
Déport latéral β	0,0 m
Longueur de préparation A	0,0 m
Longueur de préparation B	15,0 m
Hauteur maximum de stockage	12,0 m
Hauteur du canton	1,0 m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	0,4 m

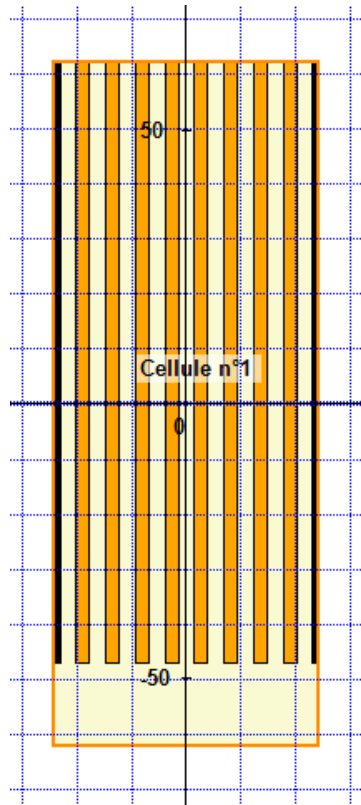


Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 1
Nombre de double racks	8
Largeur d'un double rack	2,4 m
Nombre de racks simples	2
Largeur d'un rack simple	1,2 m
Largeur des allées entre les racks	3,0 m



Ce stockage correspond aux plans de racking suivants :



Plan de rackage

1.3 Système d'extinction automatique d'incendie

Un système d'extinction automatique à eau de type sprinkler couvrira l'ensemble de l'entrepôt.

Le système sprinkler sera de type ESFR (Early. Supression Fast Response – Extinction précoce détection rapide).

La règle APSAD R1 détaille les objectifs d'une installation sprinkler ESFR :

« Les systèmes sprinklers ESFR sont des sprinklers à haute performance et à action rapide qui ont la capacité d'éteindre des feux dans des risques spécifiques. »

« Les sprinklers ESFR ont été développés pour lutter contre les feux de sévérité très élevée, difficiles à maîtriser, mais ils peuvent être également utilisés pour protéger des stockages moins dangereux.

Les sprinklers ESFR sont conçus pour répondre rapidement à un feu en développement et pour produire une projection d'eau violente dans le but, non plus de le contenir comme c'est le cas des sprinklers traditionnels, mais de l'éteindre. En raison de l'efficacité de ces sprinklers, il s'avère moins vital d'arroser les marchandises environnantes et de refroidir la toiture. Il en résulte donc une surface en feu et une surface impliquée moindre. »

Par rapport à une installation sprinkler traditionnelle, on note pour les systèmes ESFR l'absence de réseau intermédiaire dans les racks, avec une seule nappe sprinkler sous toiture, dont le débit d'aspersion d'eau est important.

1.4 Organisation de la sécurité incendie

Le dispositif d'alarme du sprinkler sera relié à un équipement de contrôle et de signalisation (E.C.S.) situé dans un local occupé pendant les heures ouvrées, avec un report d'alarme en télésurveillance en dehors des heures ouvrées.

Le report de l'alarme du sprinkler vers l'E.C.S. et le système de télésurveillance sont également conformes en tous points à la règle APSAD R1.

2 EVALUATION DE LA CINÉTIQUE DE DECLENCHEMENT SPRINKLER

2.1 Cinétique de développement du feu

- **Modèle de développement de feu**

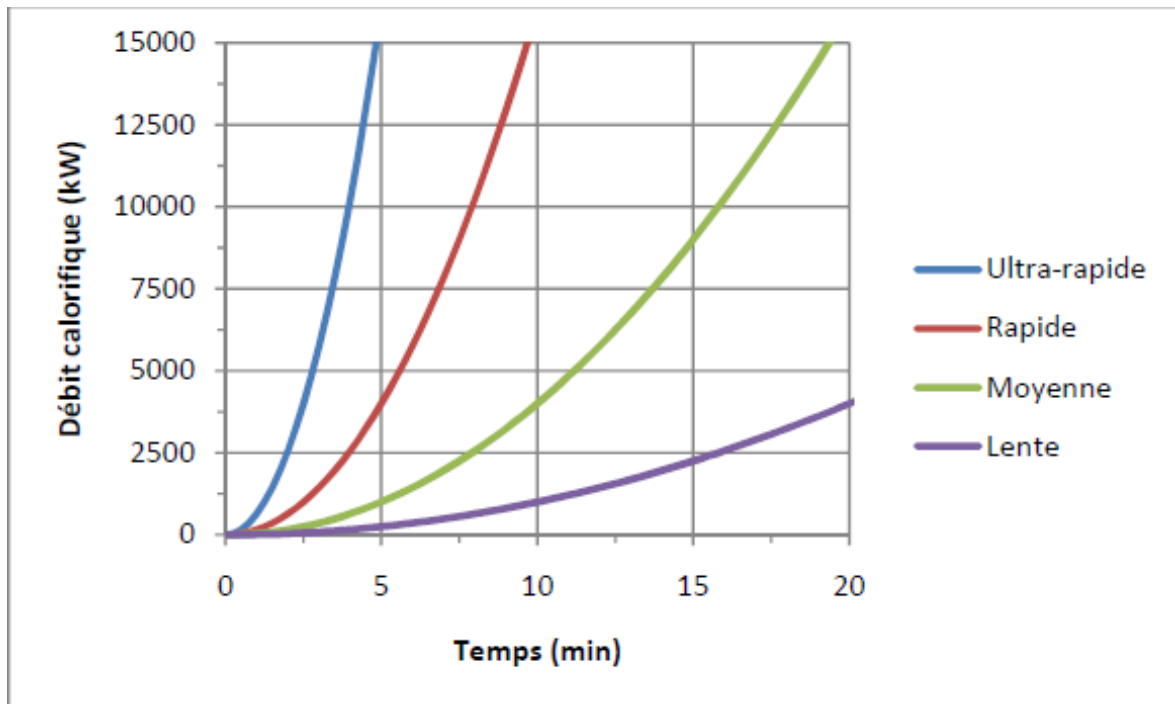
En considérant la propagation radiale des flammes sur une surface donnée, le débit calorifique d'un foyer correctement ventilé croît avec le carré du temps écoulé. La cinétique caractéristique de l'incendie est alors simplement définie par le temps nécessaire pour atteindre un débit calorifique donné, par exemple la valeur de 1 000 kW.

Ce modèle de développement de feu en t^2 est très largement utilisé, pour des foyers liquides ou solides, surfaciques ou volumiques.

Pour une croissance en t^2 , la cinétique peut être définie par référence à la norme NFPA 204 (1) :

- Pour une cinétique ultra-rapide, un débit calorifique de 1 000 kW est atteint en 1 min $\frac{1}{4}$.
- Pour une cinétique rapide, un débit calorifique de 1 000 kW est atteint en 2 min $\frac{1}{2}$.
- Pour une cinétique moyenne, un débit calorifique de 1 000 kW est atteint en 5 min.
- Pour une cinétique lente, un débit calorifique de 1 000 kW est atteint en 10 min.
- ...

¹ NFPA 204 Standard for Smoke and Heat Venting. Ces cinétiques sont également largement utilisées dans d'autres normes et textes de référence.



Modèles de développement de feu normalisés

- **Stockage en racks**

La vitesse de développement d'un départ de feu dans un rack peut être assimilée à une cinétique ultra-rapide à rapide majorée suivant l'intensité de la source d'allumage et de la nature des emballages.

Un départ de feu dans un rack est en effet sujet à une propagation ascensionnelle rapide des flammes par un effet de « cheminée » entre les palettes jusqu'en toiture.

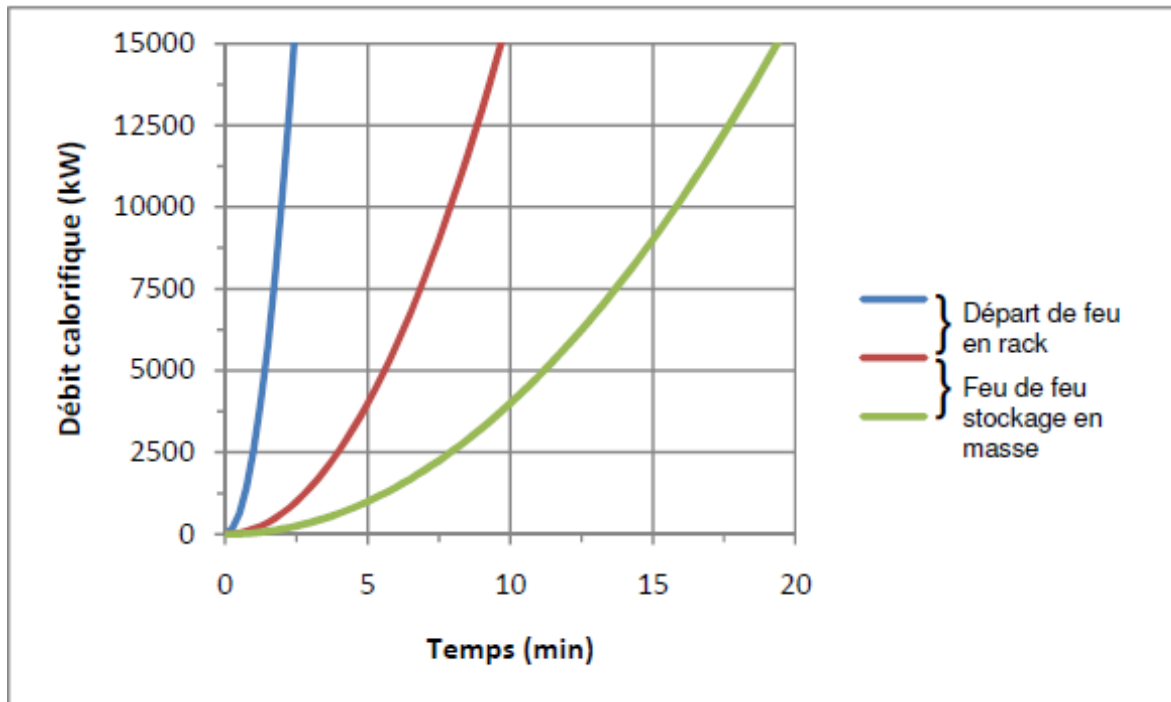
Les départs de feu en rack sur des palettes remplies de combustibles de différentes classes normalisés ont fait l'objet de nombreux essais réalisés notamment par Factory Mutual Research Corporation².

- **Stockage en masse/préparation de commande / réception-expédition**

La vitesse de développement d'un départ de feu dans une zone de préparation de commande ou de réception / expédition (stockage en masse, palettes sur au plus deux niveaux) peut être assimilée à une cinétique rapide à moyenne (suivant le type des emballages).

En effet, il n'y a pas d'effet de tirage lié au rack, le foyer est peu confiné, et la hauteur sous plafond importante ne favorise pas (dans un premier temps) la propagation du feu par impact de la couche de fumées chaudes.

²SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. Third Edition. Heat Rates. Vytenus Babrauskas.



Hypothèses de développement d'un départ de feu suivant le mode de stockage

- **Nature des produits stockés**

Ces cinétiques de développement d'incendie sont données par rapport au mode de stockage (stockage en racks ou en masse).

Les cinétiques données présupposent la satisfaction des exigences suivantes du système sprinkler concernant les produits stockés et les conditions d'entreposage :

- Respect des classes de produits stockés autorisées.
- Respect des classes d'emballages autorisés.
- Respect des hauteurs maximum de stockage.
- Respect des distances entre palettes dans un rack et entre racks.
- Respect des surfaces et distances entre îlots au sol, etc.

Les produits autres que les produits combustibles courants pouvant être stockés dans les cellules génèrent une cinétique d'incendie plus rapide que des produits combustibles classiques.

La présence de ces produits en quantité limitée est susceptible d'accélérer le déclenchement des têtes sprinkler.

2.2 Cinétique de déclenchement d'une tête ESFR

L'évaluation de la cinétique de déclenchement d'une tête ESFR est réalisée suivant la méthode de calcul présentée ci-dessous :

- **Echauffement d'une tête sprinkler**

L'échauffement et le déclenchement d'une tête sprinkler sont modélisés par l'équation différentielle suivante³ :

$$\frac{dT_s}{dt} = \frac{\sqrt{u}}{RTI} (T_g - T_s)$$

Avec :

T_s : Température de la tête sprinkler (°C).

u : Vitesse des fumées au niveau de tête sprinkler (m/s).

RTI : Response index time (m.s)^{0,5}

T_g : Température des fumées au niveau de la tête sprinkler (°C)

La valeur du RTI est une valeur caractéristique de la sensibilité thermique de la tête sprinkler, elle est donnée par le fabricant.

A titre indicatif, les valeurs requises dans la règle APSAD R1 sont les suivantes :

Niveau de sensibilité	RTI (m.s) ^{0,5}	Diamètre indicatif de l'ampoule (mm)
Standard « A »	<200	8
Spécial	50<RTI<80	5
Rapide	<50	3

- **Température et vitesse des fumées d'incendie sous plafond**

Les températures et vitesses des fumées d'incendie sont modélisées à partir de corrélations développées par Alpert (SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. Third Edition. Ceiling Jet Flows. Ronald L. Alpert.) pour les écoulements de fumées sous plafond :

³ G. Heskestad and R.G. Bill. Quantification of Thermal Responsiveness of Automatic Sprinklers Including Conduction Effects. Fire Safety Journal, 14:113–125, 1988. Référence citée dans Fire Dynamics Simulator (Version 4). Technical Reference Guide. Kevin McGrattan, Editor.

$$\begin{aligned} T - T_{\infty} &= 16.9 \frac{Q^{2/3}}{H^{5/3}} && \text{pour } r/H \leq 0.18 \\ T - T_{\infty} &= 5.38 \frac{Q^{2/3}/H^{5/3}}{(r/H)^{2/3}} && \text{pour } r/H > 0.18 \\ u &= 0.96 \left(\frac{Q}{H}\right)^{1/3} && \text{pour } r/H \leq 0.15 \\ u &= 0.195 \frac{(Q/H)^{1/3}}{(r/H)^{5/6}} && \text{pour } r/H > 0.15 \end{aligned}$$

Avec :

T : Température des fumées en un point donné (°C).

u : Vitesse des fumées en un point donné (m/s).

r : Distance radiale à partir du centre du panache (m).

H : Hauteur par rapport au foyer (m).

Q : Débit calorifique convectif du foyer (kW) (débit calorifique convectif égal à 60% du débit calorifique total).

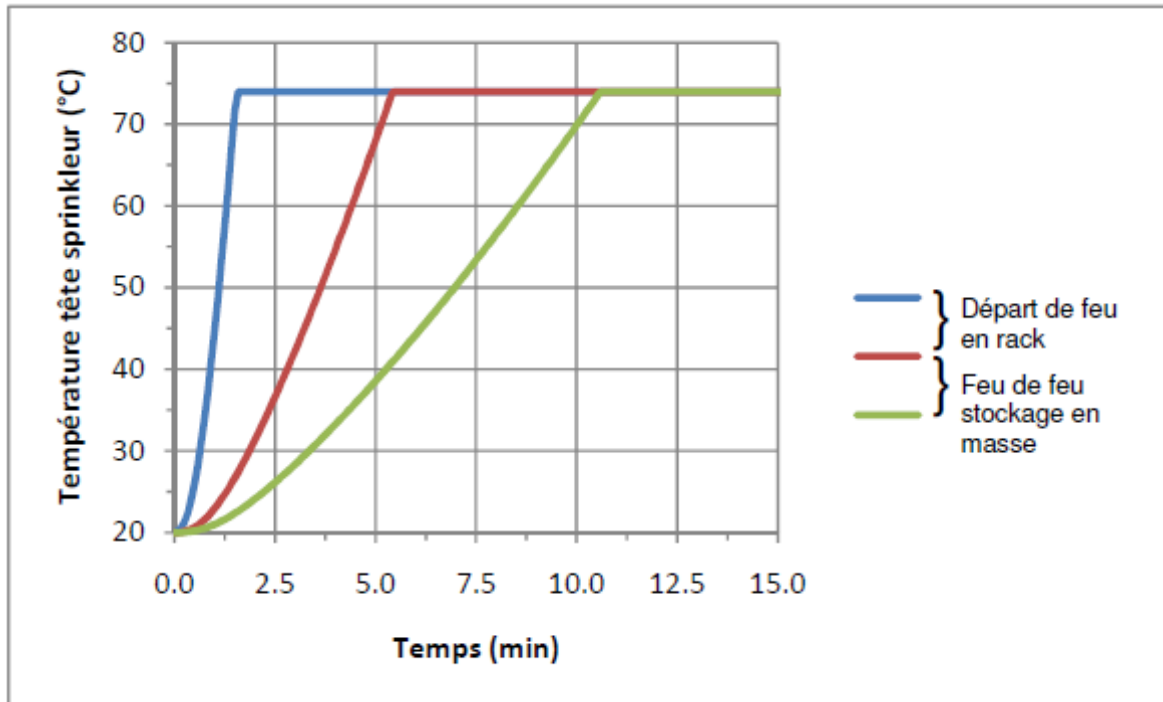
- **Dimensionnement sprinkler**

Les têtes sprinkler sont modélisées avec les données d'entrée suivantes, issues de la règle APSAD R1 :

- Température de déclenchement des têtes : 74 °C (valeur enveloppe, la température de fonctionnement des sprinklers sous-toiture étant 74 °C pour les fusibles et 68 °C pour les ampoules).
- Sensibilité thermique des têtes caractérisée par un indice de temps de réponse RTI égal à 50 (m.s)^{0.5}.
- Hauteur moyenne : 10 m.
- Distance horizontale jusqu'à une tête sprinkler en tout point inférieure à 1,7 m (la surface couverte par tête étant 9,3 m² au maximum).

- **Résultats**

Pour les différentes cinétiques de développement de feu, la courbe suivante présente l'évolution de la température de l'élément thermo-fusible de la tête sprinkler sous toiture la plus proche du foyer :



Evaluation de la température d'une tête sprinkler ESFR suivant le mode de stockage

Le tableau ci-dessous présente les délais entre le déclenchement de la première tête sprinkler et le débit calorifique du foyer :

	Déclenchement première tête sprinkler	Débit calorifique du foyer
Départ de feu en rack	2 minutes	6 400 kW
	5 minutes ½	4 800 kW
Départ de feu en masse	5 minutes ½	4 800 kW
	10 minutes ½	4 600 kW

En supposant que l'alarme sprinkler se déclenche moins d'une minute après le déclenchement de la première tête sprinkler, la cinétique de détection est alors la suivante :

Localisation du départ de feu	Cinétique de détection par le système sprinkler
Départ de feu en rack	2 à 6 minutes après le départ de feu
Départ de feu en zone préparation de commande, réception-expédition	6 à 11 minutes après le départ de feu

Notons que ces délais de détection sont liés à la réponse du système sprinkler, qui est prévu pour éteindre le départ de feu (sous réserve que les conditions de stockage, nature des emballages et produits entreposés répondent aux exigences du référentiel technique du système sprinkler). Après

détection, l'aspersion d'eau est dimensionnée suivant le référentiel sprinkler pour contenir le développement du feu puis l'éteindre.

Par ailleurs, les délais de détection sont en rapport avec l'évolution de la cinétique de l'incendie. Un incendie avec une cinétique de développement plus rapide que celles considérées ici pour les zones de stockage en rack ou en masse, conduira à un échauffement plus précoce de la tête sprinkler, conduisant à une détection plus précoce.

Enfin, le débit calorifique atteint par le foyer lors du déclenchement de la première tête sprinkler est estimé entre 4,5 et 6,5 MW, ce qui correspond à une surface équivalente de feu cellulosique comprise entre 9 et 13 m². A l'échelle d'une cellule en simple rez-de-chaussée, un tel débit calorifique reste compatible avec des conditions d'évacuation satisfaisantes (les conditions de tenabilité des personnes liées à une exposition aux fumées d'incendie ne sont pas remises en cause, en termes visibilité, température, ou concentration en substances toxiques).

De plus, si on suppose que l'asservissement de la fermeture des portes coupe-feu entre cellules fonctionne correctement au déclenchement de l'alarme sprinkler, le risque de propagation du feu au-delà de la première cellule peut raisonnablement être écarté (sauf si le départ de feu était localisé à proximité immédiate d'une ouverture dans le mur coupe-feu).

3 CONCLUSIONS

Cette étude a permis d'évaluer de façon enveloppe la cinétique de détection d'un départ de feu par le système sprinkler ESFR, dans la configuration des cellules de l'entrepôt du groupe ID LOGISTICS objet du présent dossier.

Pour une cinétique de développement de l'incendie représentative du mode de stockage, le délai de détection d'un départ de feu est estimé à :

- 2 à 6 min pour un départ de feu dans un rack.
- 6 à 11 min pour un départ de feu dans une zone de stockage en masse (expédition et préparation de commande).

Contrairement à un système de détection automatique d'incendie en l'absence de système sprinkler, aucune mesure d'alarme en interne ou d'alerte des services de secours n'est requise pour enclencher l'arrosage d'eau sur le départ de feu.

Par ailleurs, les délais indiqués précédemment sont directement liés à la cinétique de développement de l'incendie, et non à un facteur humain ou matériel. Pour une cinétique de développement du feu plus rapide, les délais de détection seront raccourcis, sans que cela remette en cause la capacité d'extinction du système sprinkler ESFR, sous réserve que les produits et modes de stockage soient en tous points conformes aux exigences du référentiel sprinkler.

Les produits autres que les produits combustibles courants pouvant être stockés dans les cellules génèrent une cinétique d'incendie plus rapide que des produits combustibles classiques.

La présence de ces produits en quantité limitée est susceptible d'accélérer le déclenchement des têtes sprinkler.

En fonction du type de confinement et des volumes de contenus des produits stockés, l'installation sprinkler sera adaptée pour garantir une détection et une extinction précoce. La mise en place de sprinkler dans les palletiers des produits « non courants » pourra être une solution si le référentiel de conformité sprinkler retenu l'estime nécessaire.

Enfin, le développement du feu lors du déclenchement de la première tête sprinkler (sur une surface équivalente inférieure à environ 15 m²), ne remet pas en cause la capacité d'évacuation du personnel dans des conditions acceptables. De plus, le risque de propagation d'un départ de feu depuis la première cellule vers une cellule voisine semble très limité, si la fermeture des portes coupe-feu inter-cellules est asservie à l'alarme sprinkler.

En ce qui concerne la prise en compte du déclenchement d'une tête sprinkler permettant d'assurer une fonction de détection incendie, les exigences suivantes devront être satisfaites :

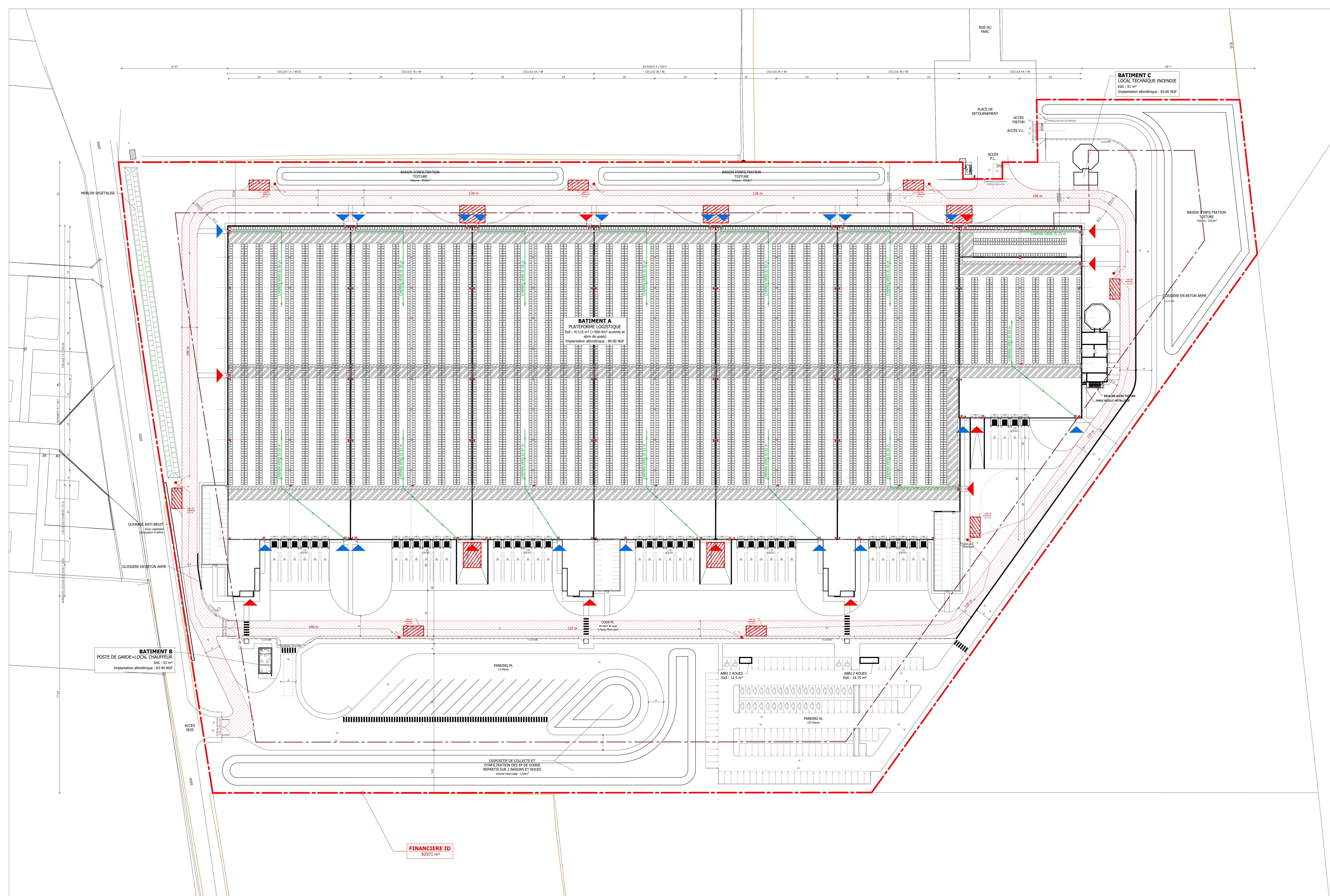
- Le report de l'alarme du sprinkler vers l'E.C.S. et le système de télésurveillance devra également être conforme en tous points à la règle APSAD R1.
- Conformément à l'article 2.2.9, la mise en service d'une alarme perceptible en tout point du bâtiment et le compartimentage de la ou des cellules sinistrées devront être asservies à l'alarme sprinkler suivant les règles de l'art S.S.I. / C.M.S.I.

- Lors des heures ouvrées, la personne en charge de l'E.C.S. devra disposer d'une consigne pour l'appel des services de secours sur déclenchement de l'alarme sprinkler.
- Lors des heures non ouvrées, la personne en charge des alarmes du bâtiment au sein de la société de télésurveillance, devra disposer d'une consigne pour l'appel des services de secours sur déclenchement de l'alarme sprinkler.

Ces conclusions relatives à la détection incendie par le système sprinkler ESFR sont valables uniquement si celui-ci est installé, entretenu et régulièrement vérifié conformément à un référentiel technique reconnu (APSAD R1 dans le cas présent), avec délivrance et présentation des certificats de conformité initiaux et périodiques correspondant.

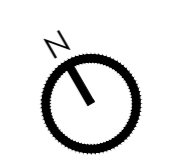
Les mêmes exigences s'appliquent au S.S.I. pour les asservissements sur le compartimentage, l'alarme sonore et le report d'alarme sprinkler par télésurveillance.

Annexe 7 – Plan de sécurité incendie



LEGENDE :

- VOIE POMPIERS
- AIRE DE PORTAGE
- AIRE DE MISE EN STATION
- POTEAUX INCENDIE
- ACCES DE PLAIN PIED LARGUEUR 0.90M
- ACCES DE PLAIN PIED LARGUEUR 1.80M
- ISSUE DE SECOURS
- COMMANDE DE DESENFORAGE
- ROBINET D'INCENDIE ARME
- CHEMINS D'ACCES AUX IS



FINANCIERE ID

CONSTRUCTION D'UNE PLATE-FORME LOGISTIQUE
89340 VILLENEUVE-LA-GUYARD

MATRE D'OUVRAGE		55 CHEMIN DES ENGRANAUDS 13600 ORGON Tel. : +33 4 42 11 06 00
MATRE D'OUVRAGE ARCHITECTE		7 RUE BAYARD 75008 PARIS Tel. : +33 1 42 25 26 07
BUREAU D'ETUDE ICPE		19 BIS AVENUE LEON GAMBETTA 92120 MONTROUGE Tel. : +33 1 46 94 80 64
BUREAU D'ETUDE HYDRAULIQUE ET VRD		165 RUE DE LA BARRIE CS 10407 49004 ANGER CEDEX 1 Tel. : +33 2 41 36 60 60

DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE

PC	PLAN MASSE SECURITE								
02S	<table border="1"> <tr> <td>modifications</td> <td>référence</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1225</td> </tr> <tr> <td>Date :</td> <td>25/11/2022</td> </tr> <tr> <td>Ech. :</td> <td>1:500e</td> </tr> </table>	modifications	référence		1225	Date :	25/11/2022	Ech. :	1:500e
modifications	référence								
	1225								
Date :	25/11/2022								
Ech. :	1:500e								

FINANCIERE ID
92971 m²

Annexe 8 – Notice hydraulique

FINANCIERE ID

CONSTRUCTION D'UNE PLATE-FORME LOGISTIQUE 89340 VILLENEUVE-LA-GUYARD

MAITRE D'OUVRAGE		55 CHEMIN DES ENGRANAUDS 13660 ORGON Tél. : +33 4 42 11 06 00
MAITRE D'OEUVRE ARCHITECTE		7 RUE BAYARD 75008 PARIS Tél. : +33 1 42 25 26 07
BUREAU D'ETUDE ICPE		19 BIS AVENUE LEON GAMBETTA 92120 MONTROUGE Tél. : +33 1 46 94 80 64
BUREAU D'ETUDE HYDRAULIQUE ET VRD		165 RUE DE LA BARRE CS 10407 49004 ANGER CEDEX 1 Tél. : +33 2 41 36 60 60

DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE

PC	NOTICE HYDRAULIQUE	
	modifications	référence
04.1		1225
		Date : 14/11/2022
		Ech. :



FINANCIERE ID
55 chemin des Engranauds
13660 Orgon
Tél. : 04 42 11 06 00

MAITRE D'OUVRAGE

Construction d'un Bâtiment Logistique Commune de Villeneuve-la-Guyard

NOTICE HYDRAULIQUE



AGENCE FRANC
ARCHITECTES - GROUPE FRANC

AGENCE FRANC
7 rue Bayard
75008 Paris
Tél. : 01 42 25 26 07

MAITRE D'ŒUVRE
ARCHITECTE



TPF Ingénierie
Région Infrastructures Nord Sud-Ouest
Pôle Ouest
165 rue de la Barre - CS 10407
49004 Angers cedex 1
Tél. : 02 41 36 60 60

INGENIERIE VRD

	EMETTEUR	CODE AFFAIRE	TYPE DE DOCUMENT	INDICE	DATE	NB PAGES
REFERENCE DU DOCUMENT	IAN.GJa	IIF220015	DLE.NOTE	03	18/11/2022	6

INDICE	DATE	OBJET	PAGES
00	19/09/2022	Première diffusion	6
02	24/10/2022	Mise à jour selon nouveau plan de masse	6
03	18/11/2022	Mise à jour selon nouveau calcul D9A	6

REDACTION	VERIFICATION	APPROBATION	DESTINATAIRES
IAN.GJa	IAN.CyG	IAN.FLC	MOA

I - OBJET DE LA NOTE

La présente étude concerne les travaux d'aménagement d'un bâtiment logistique sur la commune de Villeneuve-la-Guyard (89340).

Le terrain se situe rue du Parc, le long de la route départementale D103, sur une superficie d'environ 9,3 ha.

L'objectif de cette note est de déterminer les Volumes de Rétention des Eaux Pluviales à mettre en œuvre afin de respecter l'obligation de gérer les eaux sur la parcelle.

II - DONNEES DE BASE

II.1 - HYPOTHESES DE CALCUL

La Station météorologique prise en référence est La Brosse Montceaux (à 3 km du site).

L'occurrence de la pluie est de 30 ans.

Les volumes de rétention ont été établis en prenant en compte les coefficients de Montana suivants :

Durée de pluie	a	b
6 min à 1 h	7,249	-0,583
3 h à 24 h	21,873	-0,848

II.2 - METHODE DE CALCUL

Pour la pluie, la méthode rationnelle a été utilisée afin de déterminer l'intensité de pluie et le débit de pointe. Pour déterminer le volume de rétention, la méthode des pluies (courbes enveloppes) a été utilisée.

III - GESTION DES EAUX PLUVIALES

Les eaux pluviales seront traitées de différentes manières selon leur origine :

III.1 - Eaux de ruissellement des TOITURES

Les eaux de ruissellement des toitures du bâtiment seront collectées et acheminées vers des bassins d'infiltration spécifiques (dont le dimensionnement est présenté ci-après). En cas d'incendie, une vanne se fermera à l'entrée des bassins d'infiltration et le réseau montera en charge afin de se rejeter via un trop-plein dans le réseau des eaux pluviales de voiries poids lourds connecté à la citerne enterrée de confinement étanche pour collecter les eaux souillées.

III.2 - Eaux de ruissellement des VOIRIES

Les eaux de ruissellement des quais de chargement et des voiries et parkings ceinturant le bâtiment seront collectées et acheminées vers des bassins d'infiltration connectés entre eux via des surverses.

En cas d'incendie, une vanne by-pass, située en amont des bassins d'infiltration, permettra de dévier les eaux vers une citerne enterrée étanche pour collecter les eaux souillées.

D'après l'étude D9A réalisée par le bureau d'études B27, le volume de confinement à mettre en œuvre est de **3137,6 m3**.

En fonctionnement normal, les eaux de ruissellement transiteront via un séparateur hydrocarbures puis seront acheminées vers des bassins d'infiltration (dont le dimensionnement est présenté ci-après).

En cas d'incendie, les eaux souillées seront déviées vers des citernes enterrées en acier de type Tubosider d'un volume total de 2827 m3. Le complément du volume de confinement (311 m3), se fera via la montée en charge des réseaux et le stockage de l'eau au niveau des quais de chargement. Le niveau d'eau sera au maximum de 0.20m au-dessus du point le plus bas des quais (caniveaux à grille).

IV - SURFACE DE LA PARCELLE

La parcelle présente une surface totale de 92 971 m² soit 9,3 ha.

V - PERMEABILITE DES SOLS POUR L'INFILTRATION

V.1 - CARACTERISTIQUES GENERALES

La perméabilité du sol (K en m/s) doit être comprise entre 10⁻⁵ et 10⁻² m/s. A de telles valeurs, la sortie d'eau est possible par le sol support. Avec une perméabilité plus faible que 10⁻⁵ m/s, il est préférable de rechercher des horizons plus perméables ou d'utiliser un autre moyen pour la gestion des EP.

K (m/s)	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Type de sols	Gravier sans sable ni éléments fins		Sable avec gravier, Sable grossier à sable fin		Sable très fin, Limon grossier à limon argileux			Argile limoneuse à argile homogène			
Possibilités d'infiltration	Excellentes		Bonnes		Moyennes à faibles			Faibles à nulles			

V.2 - LE SOL EN PLACE

Suivant le rapport d'étude géotechnique édité par BUREAU SOL CONSULTANTS, rapport n° R2022-03-41 du 13/09/2022, les essais de perméabilité du sol ont donné les résultats suivants :

Sondage	Type de l'essai réalisé	Profondeur de l'essai (m/TA)	Formation testée	Perméabilités mesurées (m/s)
PM3	Matsuo	0 – 1,50	Limons des plateaux	1,3*10 ⁻⁶
PM5	Matsuo	0 – 1,50	Limons des plateaux	1,1*10 ⁻⁶
PM6	Matsuo	0 – 1,50	Limons des plateaux	4,3*10 ⁻⁶
PM7	Matsuo	0 – 1,50	Limons des plateaux	1,1*10 ⁻⁶
PM8	Matsuo	0 – 1,50	Limons des plateaux	1,9*10 ⁻⁶

Selon la position et la profondeur des différents bassins, nous prendrons un coefficient de perméabilité moyen :

$$K = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

Comme indiqué plus haut (V.1), cette valeur de perméabilité est moyenne à faible. Les surfaces d'infiltration seront donc conséquentes et la durée de vidange des bassins sera élevée.

VI - BASSIN D'INFILTRATION DES EAUX DE TOITURE

VI.1 - CALCUL DU DEBIT REGULE

Pour le dimensionnement de la surface infiltrante du bassin d'infiltration, on prend en compte la surface du miroir d'eau. On partira sur la base d'un bassin d'infiltration de 4045m².

La formule du débit de fuite s'écrit donc :

$$\begin{aligned} \text{Débit de fuite} &= S \times K \times 1000 \\ &= 4045\text{m}^2 \times 1,3 \cdot 10^{-6} \times 1000 \\ &= \mathbf{5,26 \text{ l/s}} \end{aligned}$$

VI.2 - DETERMINATION de la SURFACE ACTIVE

Surface	Revêtement	Coefficient	Surface projetée		Surface active projetée	
Bâtiments A et C	Toiture	1	41 166,2	m ²	41 166,2	m ²
Bassin	Bassin en eau	1	4 045,0	m ²	4 045,0	m ²

Récapitulatif

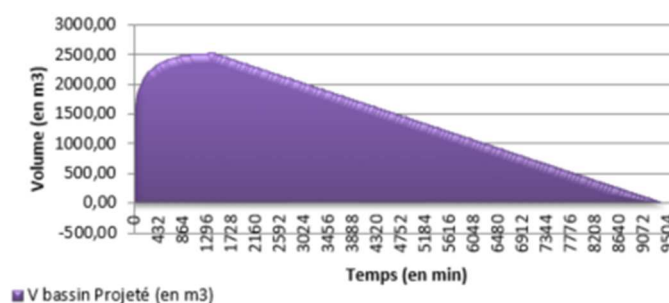
Surface Totale	45211.20	m ²	soit	4,52	ha
Surface Active Totale	45211.20	m ²	soit	4,52	ha
Coefficient moyen	1,000				

La surface active est de **45 211.20 m²** avec un coefficient moyen de **1,000**.

VI.3 - CALCUL DU VOLUME DE RETENTION

Calcul du débit avec la méthode rationnelle		
Coefficients de Montana (mm/min) pluie de 3h à 24h		
a :	21.873	
b :	-0.848	
Surface :	4.52	ha
Coefficient de ruissellement C :	1.000	
Temps de concentration Ts :	10.42	min
Intensité de la pluie :	3.00	mm/min
Débit :	2259	l/s
Calcul du volume de retenue avec la méthode des pluies		
Débit de fuite :	5.26	l/s
Surface active :	4.52	ha
Hauteur maxi pour t :	1438.80	min
Volume retenue :	2533	m ³

Hydrogramme du bassin de retention (en m3)



Le volume de rétention à établir pour le bassin d'infiltration des eaux de toiture est donc de **2 533 m³** avec une durée de Vidange de **137h22** et un débit de fuite de **5.26l/s**.

VII - BASSIN D'INFILTRATION DES EAUX DE VOIRIE

VII.1 - CALCUL DU DEBIT REGULE

Pour le dimensionnement de la surface infiltrante des bassins d'infiltration, on prend en compte la surface du miroir d'eau. On partira sur la base d'une surface d'infiltration de 2765m².

La formule du débit de fuite s'écrit donc :

$$\begin{aligned} \text{Débit de fuite} &= S \times K \times 1000 \\ &= 2765\text{m}^2 \times 1,3 \cdot 10^{-6} \times 1000 \\ &= \mathbf{3,59 \text{ l/s}} \end{aligned}$$

VII.2 - DETERMINATION de la SURFACE ACTIVE

Surface	Revêtement	Coefficient	Surface projetée		Surface active projetée	
Bâtiment B	Toiture	1	53,0	m ²	53,0	m ²
Radier+ouvrage anti-bruit	Béton	1	236,6	m ²	236,6	m ²
Voirie PL	Enrobé	0,9	18 733,8	m ²	16 860,4	m ²
Voirie VL	Enrobé	0,9	5 425,5	m ²	4 883,0	m ²
Voie pompiers	Enrobé	0,9	151,3	m ²	136,2	m ²
Aires de pompage	Stabilisé	0,7	638,0	m ²	446,6	m ²
Issues de secours	Stabilisé	0,7	382,2	m ²	267,5	m ²
Cheminements piéton	Béton	0,9	1 853,0	m ²	1 667,7	m ²
Bande d'hygiène	Gravillons	0,3	639,2	m ²	191,8	m ²
Bassin	Bassin	1	2 765,0	m ²	2 765,0	m ²
Espaces verts	Engazonnement	0,2	16 882,0	m ²	3 376,4	m ²

Récapitulatif

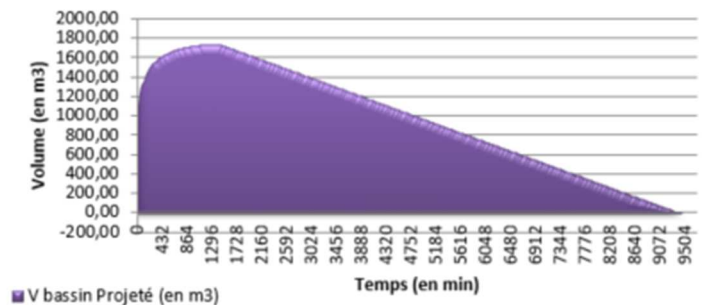
Surface Totale	47 759.60	m ²	soit	4.78	ha
Surface Active Totale	30 884.14	m ²	soit	3.09	ha
Coefficient moyen	0.647				

La surface active est de **30 884.14 m²** avec un coefficient moyen de **0,647**.

VII.3 - CALCUL DU VOLUME DE RETENTION

Calcul du débit avec la méthode rationnelle		
Coefficients de Montana (mm/min) pluie de 3h à 24h		
a :	21.873	
b :	-0.848	
Surface :	4.78	ha
Coefficient de ruissellement C :	0.647	
Temps de concentration Ts :	12.89	min
Intensité de la pluie :	2.50	mm/min
Débit :	1289	l/s
Calcul du volume de retenue avec la méthode des pluies		
Débit de fuite :	3.59	l/s
Surface active :	3.09	ha
Hauteur maxi pour t :	1437.68	min
Volume retenue :	1730	m ³

Hydrogramme du bassin de retention (en m3)



Le volume de rétention à établir pour les bassins d'infiltration des eaux de voirie est donc de **1 730 m³** avec une durée de Vidange de **139h41** et un débit de fuite de **3.59l/s**.

VIII - REALISATION DES RETENTIONS

Ces volumes de rétention seront assurés par la réalisation de bassins de rétention aériens infiltrants.
Le volume de confinement sera assuré par la réalisation de citernes enterrées étanches (type Tubosider en acier) et le stockage en surface au-niveau des quais de chargement.

Récapitulatif :

- Bassin EP Toitures d'infiltration :
Surface d'infiltration 4045m²
Volume de remplissage 2533m³
- Bassins EP Voiries d'infiltration :
Surface d'infiltration 2765m²
Volume de remplissage 1730m³
- Citerne de confinement :
Volume de remplissage 2827m³
- Confinement en surface des quais (Hmax = 0.20m) :
Volume de remplissage 311m³

IX - RESEAUX DE COLLECTE

Les réseaux de collecte respecteront les exigences du Fascicule 70 et auront une profondeur de 0.80m minimum afin de garantir la pérennité des ouvrages. La pente des réseaux devra respecter un minimum de 0.3%.
Avant l'infiltration, les eaux de ruissellement des voiries et parkings seront traitées par des séparateurs à hydrocarbures limitant la teneur résiduelle en hydrocarbures des eaux rejetées à 5 mg/l.

Annexe 9 – Etudes foudre



1G GROUP SAS

6 Rue de Genève

69800 SAINT-PRIEST

☎ 04 28 29 64 58




contact@1g-foudre.com

www.1g-foudre.com



ANALYSE DU RISQUE Foudre

B27 – PROJET D’ENTREPÔT LOGISTIQUE TRANGE (72)

<p>Commanditaire de l'étude :</p> <p>B27 SDE 19 Bis ave Léon Gambetta 92120 MONTRouGE</p> 	<p>Adresse de l'établissement :</p> <p>PROJET D'ENTREPÔT LOGISTIQUE Secteur de l'Etoile III – Rue Pégase 72360 TRANGE</p>
<p>Date de l'intervention :</p>	<p>Etude sur plans</p>
<p>Rédigé par : Date : 28/06/2022</p>	<p>Zakari YAHIAOUI Chargé d'études Qualifoudre N1 04 28 29 64 58 z.yahiaoui@1g-group.com</p> 
<p>Validé par : Date : 30/06/2022</p>	<p>Benoît CHAILLOT Responsable BET Qualifoudre N3 – n°19005 07 67 21 96 34 b.chaillet@1g-group.com</p> 

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
01/07/2022	A	Première diffusion

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Le seul rapport faisant foi est le rapport envoyé par **1G Foudre**.

ABRÉVIATIONS

ARF	Analyse du Risque Foudre
ATEX	Atmosphère Explosive
BT	Basse Tension
CEM	Compatibilité Électromagnétique
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ET	Étude Technique
HT	Haute Tension
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IEMF	Impulsion Électromagnétique Foudre
IEPF	Installation Extérieure de Protection contre la Foudre
IIPF	Installation Intérieure de Protection contre la Foudre
INB	Installation Nucléaire de Base
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des Risques
MALT	Mise À La Terre
MMR	Mesures de Maîtrise des Risques
NPF	Niveau de Protection contre la Foudre
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

SOMMAIRE

CHAPITRE 1	SYNTHÈSE DE L’ANALYSE DU RISQUE Foudre	6
CHAPITRE 2	GÉNÉRALITÉS SUR LA MISSION	8
2.1	PRÉSENTATION DE LA MISSION	8
2.2	PÉRIMÈTRE D’APPLICATION DE L’ARF	8
2.3	RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES	9
2.4	BASE DOCUMENTAIRE	10
2.5	LOGICIEL DE CALCUL	10
CHAPITRE 3	MÉTHODOLOGIE D’ÉVALUATION DU RISQUE Foudre	11
3.1	OBJECTIF DE L’ANALYSE DU RISQUE Foudre	11
3.2	PROCÉDURE D’ÉVALUATION DU RISQUE Foudre SELON LA NF EN 62305-2	11
3.3	IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE	12
3.4	IDENTIFICATION DES TYPES DE PERTE	12
3.5	DÉFINITION DES RISQUES A ÉVALUER	12
3.6	CALCUL DU RISQUE R1	13
3.7	DÉFINITION DU RISQUE TOLÉRABLE	14
3.8	RÉDUCTION DU RISQUE R1	14
3.9	PRINCIPAUX PARAMÈTRES PRIS EN COMPTE DANS L’ARF	14
CHAPITRE 4	PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET	15
4.1	ADRESSE DU SITE	15
4.2	PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET ou DU SITE	16
4.3	LISTE DES RUBRIQUES ICPE	17
4.4	DENSITÉ DE Foudroiement	18
4.5	NATURE DU SOL - RÉSISTIVITÉ	19
4.6	POTENTIELS DE DANGERS	19
4.7	ÉVÉNEMENTS REDOUTÉS	19
4.8	ZONAGE ATEX	19
4.9	MESURES DE MAÎTRISE DES RISQUES (MMR)	20
4.10	MOYENS D’INTERVENTION ET DE SECOURS DU SITE	20
4.11	SERVICES ET CANALISATIONS	21
CHAPITRE 5	INSTALLATION À PRENDRE EN COMPTE POUR L’ARF	22
CHAPITRE 6	CALCUL PROBABILISTE : ENTREPÔT CELLULE 5	23
6.1	DONNÉES & CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE	24
6.2	CARACTÉRISTIQUES DES LIGNES ENTRANTES OU SORTANTES	24
6.3	DÉFINITION DES ZONES	26
6.4	PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	27

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre de l'ENTREPÔT_CELLULE 5.

Chapitre 1 SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

Récapitulatif des résultats de l'Analyse du Risque Foudre

L'Analyse du Risque Foudre est réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2, à l'aide du logiciel « Jupiter » Version 2.0.

Le tableau suivant récapitule pour l'ensemble du site, si oui ou non, l'analyse des dangers conduit à retenir un risque vis-à-vis des effets de la foudre, et si, dans ce cas il y a nécessité de protection.

STRUCTURE	PROTECTION EFFETS DIRECTS	PROTECTION EFFETS INDIRECTS
ENTREPÔT	Protection de niveau IV	Protection de niveau IV
MMR	Sans Objet	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sprinkler ; ➤ Détection incendie ; ➤ Détection gaz ; ➤ Onduleurs/informatique.
CANALISATIONS MÉTALLIQUES	Liaison équipotentielle à prévoir pour : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Gaz ; ➤ Sprinkler ; ➤ Eau (si métallique). 	
PRÉVENTION	Une mise en place de procédure spécifique (en interne) de prévention d'orage est nécessaire : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ne pas intervenir en toiture ; ➤ Ne pas intervenir sur les installations électriques BT, courants faibles et télécommunications. 	

La présence de mur coupe-feu 2 heures permet la séparation des blocs /cellules. Des parafoudres type 1 + 2 devront être installés sur les lignes transitant entre les blocs.

Une installation de protection contre la foudre ne peut, comme tout ce qui concerne les éléments naturels, assurer la protection absolue des structures, des personnes ou des objets. L'application des principes de protection permet de réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les structures protégées.

Suite à l'Analyse du Risque Foudre

Conformément à l'arrêté du 4 Octobre 2010 modifié, une **Étude Technique** doit être réalisée par un **organisme compétent** (QUALIFOUDRE ou autre) et définissant précisément les dispositifs de protection et les mesures de prévention, leurs lieux d'implantation ainsi que les modalités de leur vérification et de leur maintenance.

Une **notice de vérification et de maintenance** est rédigée lors de l'étude technique puis complétée, si besoin, après la réalisation des dispositifs de protection.

Un **carnet de bord** doit être tenu par l'exploitant et laissé à la disposition de l'inspecteur de la DREAL ou l'Inspection des Installations Classées. Les chapitres qui y figurent sont rédigés lors de l'étude technique.

Les systèmes de protection contre la foudre prévus dans l'étude technique sont conformes aux normes françaises ou à toute norme équivalente en vigueur dans un état membre de l'Union Européenne.

Chapitre 2 GÉNÉRALITÉS SUR LA MISSION

2.1 PRÉSENTATION DE LA MISSION

La mission confiée à **1G Foudre** a pour objet la réalisation de l'Analyse du Risque Foudre (ARF) visée par l'**Arrêté du 11 avril 2017** relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis aux rubriques 1510, 1530, 1532, 2662 et 2663 qui renvoie à l'article 18 de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, section III « Dispositions relatives à la protection contre la foudre ».

L'Analyse du Risque Foudre identifie les équipements et installations dont une protection doit être assurée. Elle est basée sur une évaluation des risques réalisée conformément à la norme NF EN 62-305-2 version de novembre 2006. Elle définit les niveaux de protection nécessaires aux installations.

2.2 PÉRIMÈTRE D'APPLICATION DE L'ARF

L'Analyse du Risque Foudre prend en compte :

- Les **effets directs** relatifs à l'impact direct du coup de foudre sur la structure ;
- Les **effets indirects** causés par les phénomènes électromagnétiques et par la circulation du courant de foudre. Ces phénomènes conduisent à des surtensions dans les parties métalliques et les installations électriques. Elles sont à l'origine des défaillances des équipements et des fonctions de sécurité.

L'Analyse du Risque Foudre devra être tenue en permanence à la disposition de l'inspection de la DREAL ou l'Inspection des Installations Classées.

Elle sera systématiquement **mise à jour** à l'occasion de modifications notables des installations, notamment :

- **Dépôt d'une nouvelle autorisation ;**
- **Révision de l'étude de dangers ;**
- **Modification des installations** pouvant avoir des répercussions sur les données d'entrée du calcul d'ARF.

La présente mission concerne exclusivement les installations pour lesquelles une agression par la foudre est susceptible de porter gravement atteinte à l'environnement et à la sécurité des personnes.

L'évaluation des pertes économiques et financières est exclue de la mission. Cette mission ne comprend pas la réalisation de l'étude technique au sens de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

La responsabilité d'**1G Foudre** ne saurait être recherchée si les déclarations et informations fournies par l'Exploitant se révèlent incomplètes ou inexactes, ou si des installations ou procédés n'ont pas été présentés, ou s'ils ont été présentés dans des conditions différentes des conditions réelles de fonctionnement, ou en cas de modification postérieure à notre mission.

Les informations prises en compte sont celles établies à la date du présent rapport.

2.3 RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES

Textes réglementaires

Arrêté	Désignation
Arrêté du 4 octobre 2010 modifié	Arrêté relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.
Circulaire du 24 avril 2008	Relative à l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.
Arrêté du 11 avril 2017	Arrêté relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510, y compris lorsqu'ils relèvent également de l'une ou plusieurs des rubriques 1530, 1532, 2662 ou 2663 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Ensembles des normes de références

Norme	Version	Désignation
NF EN 62 305-1	Juin 2006	Protection des structures contre la foudre – Partie 1 : Principes généraux.
NF EN 62 305-2	Novembre 2006	Protection des structures contre la foudre – Partie 2 : Évaluation du risque.
NF EN 62 305-2 F1	Juin 2011	Fiche d'interprétation F1 de la norme EN NF 62305-2 de novembre 2006.
NF EN 62 305-3	Décembre 2006	Protection des structures contre la foudre – Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains.
NF EN 62 305-4	Décembre 2006	Protection des structures contre la foudre – Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures.

Guides pratiques (à titre informatif)

Guide	Version	Désignation
Guide UTE C 15-712-1	Juillet 2010	Guide pratique des installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution
Guide OMEGA 3 de l'INERIS	Décembre 2011	Protection contre la foudre des installations classées pour la protection de l'environnement.
FAQ de l'INERIS	10 février 2021	Foire aux questions de l'INERIS.

2.4 BASE DOCUMENTAIRE

L'ARF ci-après se base sur les informations et plans fournis par la société **B27**. Il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

Documents	Auteur	Référence	Fourni
Description projet	B27	Juin 2022	✓
Arrêté préfectoral Rubriques ICPE	B27	Juin 2022	✓
Liste des MMR	B27	Juin 2022	✓
Plans de masse	ARCHIFACTORY	09/06/2022	✓
Plans de coupe	ARCHIFACTORY	09/06/2022	✓
Plans des façades	ARCHIFACTORY	09/06/2022	✓
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	-	-	✗
Synoptique courant fort/faible	-	-	✓
Dossier de Zonage ATEX	-	-	SO

En l'absence de certains éléments d'information nécessaires, la détermination des valeurs des facteurs correspondants est remplacée par les valeurs prévues par la norme NF EN 62305-2. Les calculs des composantes des risques sont effectués avec ces valeurs par défaut.

2.5 LOGICIEL DE CALCUL

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

Les notes de calcul JUPITER complètes et détaillées sont en annexe du présent rapport.

Chapitre 3 MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DU RISQUE Foudre

3.1 OBJECTIF DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

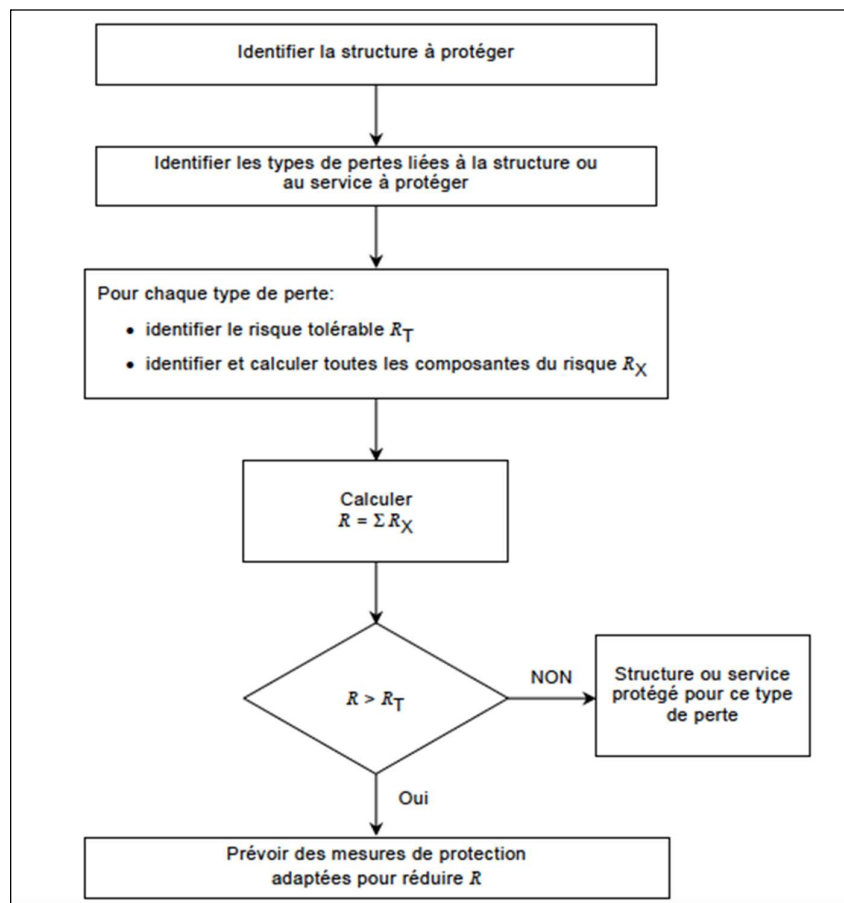
L'objectif de l'Analyse du Risque Foudre est :

- Soit de **s'assurer** que les mesures de protection de la structure et des services sont suffisantes pour que le **risque** reste **acceptable** à une valeur **tolérée** ;
- Soit de **déterminer le besoin** de mettre en œuvre **des mesures de prévention et de protection**.

3.2 PROCÉDURE D'ÉVALUATION DU RISQUE Foudre SELON LA NF EN 62305-2

L'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire précisent que **seul le risque R_1 « risque de perte de vie humaine » défini par la norme NF EN 62305-2 est évalué** pour l'analyse du risque foudre. Cette évaluation est relative aux caractéristiques de la structure et aux pertes.

Le risque R_1 retenu doit être **inférieur ou égal** au risque tolérable R_T ($1,0 \times 10^{-5}$).



3.3 IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE

Une **structure** est constituée par :

- Un **bâtiment**, un **local**, un **ouvrage**, un **édifice**, etc. ; partitionné en zones si nécessaire
- Des **contenus** : substances, procédés de fabrication, installations, équipements, éléments importants pour la sécurité, etc... ;
- Des **personnes** à l’intérieur ou à moins de 3 mètres à l’extérieur ;
- Un **environnement** proche, extérieur à la structure ou du site.

Les **services** connectés à la structure sont **identifiés** et déterminés.

Les informations relatives à la structure sont données par l’Etude de dangers ou communiquées par l’Exploitant des Installations classées ou les documents relatifs au projet.

3.4 IDENTIFICATION DES TYPES DE PERTE

Quatre types de perte sont définis :

- L1 : Perte de vie humaine ;
- L2 : Perte de service public ;
- L3 : Perte d’héritage culturel ;
- L4 : Perte de valeurs économiques (structure et son contenu).

Dans le cadre de cette étude, nous n’étudierons que les pertes de vie humaine.

3.5 DÉFINITION DES RISQUES A ÉVALUER

Le risque R est la valeur d’une perte moyenne annuelle probable. Pour chaque type de perte qui peut apparaître dans une structure ou un service, le risque correspondant doit être évalué.

Les risques à évaluer dans une structure peuvent être les suivants :

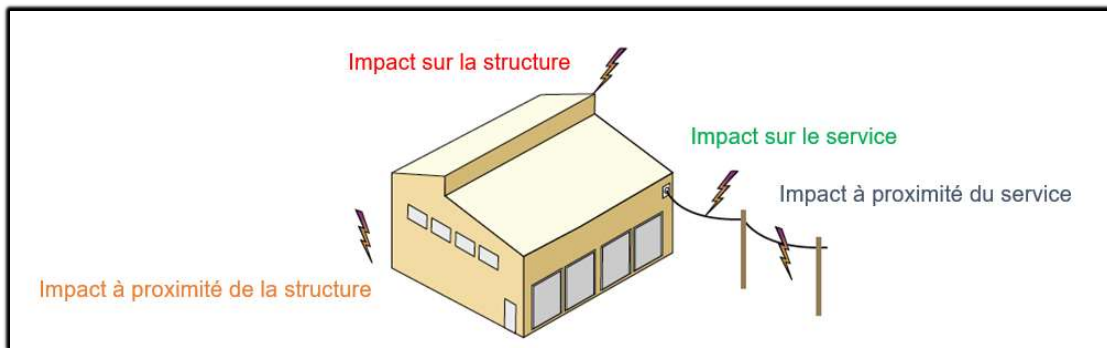
- R1 : Risque de perte de vie humaine ;
- R2 : Risque de perte de service public ;
- R3 : Risque de perte d’héritage culturel ;
- R4 : Risque de perte de valeurs économiques.

Pour évaluer les risques R, les composantes appropriées du risque (risques partiels dépendant de la source et du type de dommage) doivent être définies et calculées.

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

3.6 CALCUL DU RISQUE R1

Le risque total calculé R1 est la somme des composantes des risques partiels : R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W, R_Z appropriés, selon les explications ci-dessous.



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

(*) : Uniquement pour les structures présentant un risque d'explosion et pour les hôpitaux et autres structures dans lesquelles des défaillances de réseaux internes peuvent mettre en danger immédiat la vie humaine

Composantes des risques pour une structure dus aux impacts sur la structure :

- R_A** **Impact sur la structure** : Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.
- R_B** **Impact sur la structure** : Composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.
- R_C** **Impact sur la structure** : Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF.

Composantes des risques pour une structure dus aux impacts à proximité de la structure :

- R_M** **Impact à proximité de la structure** : Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF.

Composantes des risques pour une structure dus aux impacts sur un service connecté à la structure :

- R_U** **Impact sur un service** : Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.
- R_V** **Impact sur un service** : Composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une installation extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus aux courants de foudre transmis dans les lignes entrantes.
- R_W** **Impact sur un service** : Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure.

Composantes des risques pour une structure dus à un impact à proximité d'un service connecté à la structure :

- R_Z** **Impact à proximité d'un service** : Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure.

3.7 DÉFINITION DU RISQUE TOLÉRABLE

Type de pertes	R _T
Perte de vie humaine	10 ⁻⁵

Valeur type pour le risque tolérable R_T selon la norme NF EN 62305-2

3.8 RÉDUCTION DU RISQUE R1

La norme NF EN 62305-2 fixe la limite supérieure du risque tolérable (R_T) à 10⁻⁵. Le risque de dommages causés par la foudre est calculé et comparé à cette valeur.

Lorsque la valeur est supérieure au risque acceptable des solutions de protection et/ou de prévention sont introduites dans les calculs pour réduire le risque à une valeur inférieure ou égale à la valeur limite tolérable.

- Si **R₁ > R_T**
 - Il faut prévoir des mesures de protection pour $R_1 \leq R_T$.
- Si **R₁ ≤ R_T**
 - Une protection contre la foudre n’est pas nécessaire.

Pour les besoins de la présente norme, 4 niveaux de protection (I, II, III, IV), correspondant aux paramètres minimum et maximum du courant de foudre, ont été définis pour une protection efficace dans, respectivement, 98 %, 95 %, 88 % et 81 % des cas.

3.9 PRINCIPAUX PARAMÈTRES PRIS EN COMPTE DANS L’ARF

Pour chaque bâtiment, un ensemble de caractéristiques doit être pris en compte :

- Ses dimensions ;
- Sa structure ;
- L’activité qu’il abrite ;
- Les dommages que peut engendrer la foudre en cas de foudroiement sur ou à proximité des bâtiments.

Les principaux critères en considération dans l’évaluation des composantes du risque foudre sont les suivants :

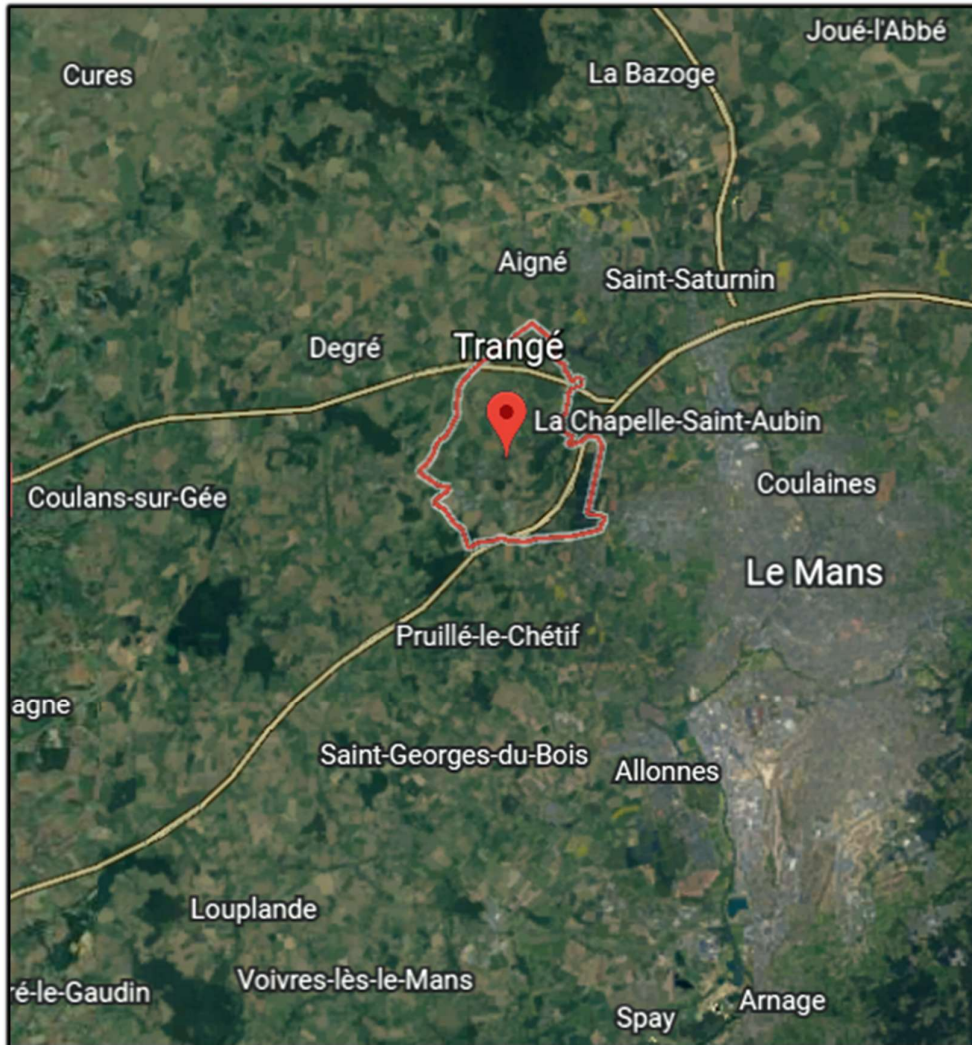
- Le type de danger particulier dans la structure ;
- Le risque incendie ;
- Les dispositions prises pour réduire la conséquence du feu.

Chapitre 4 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET

4.1 ADRESSE DU SITE

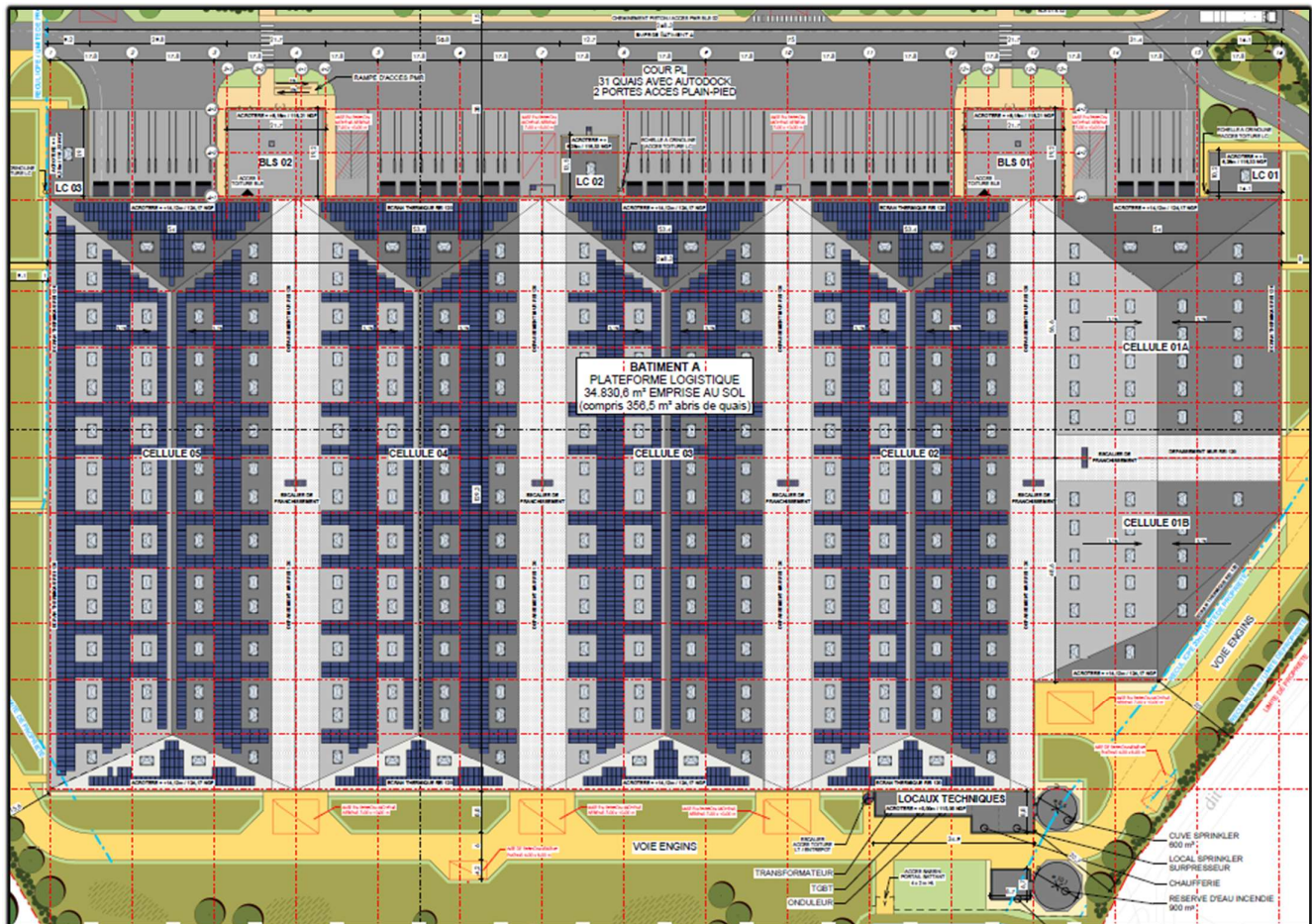
Le site sera situé :

Secteur l'Etoile III
Rue Pégase
72360 TRANGE



4.2 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET ou DU SITE

La SCCV SP FRANCE N 003 envisage la création d'un bâtiment de logistique à usage d'entreposage sur un terrain de 79 652 m² dans le secteur de l'Etoile III, sur la commune de Trangé (72 360).



Plan de masse du projet/site

Le projet comprendra :

- Six cellules de stockage (4 cellules de 6800m², une cellule de 3000 m² et une cellule de 2000 m²) ;
- Locaux techniques (charge, poste HT/BT, TGBT, sprinkler, chaufferie) ;
- Quais de chargement et déchargement ;
- Bureaux & locaux sociaux.

4.3 LISTE DES RUBRIQUES ICPE

Les rubriques ICPE sont listées dans le tableau suivant :

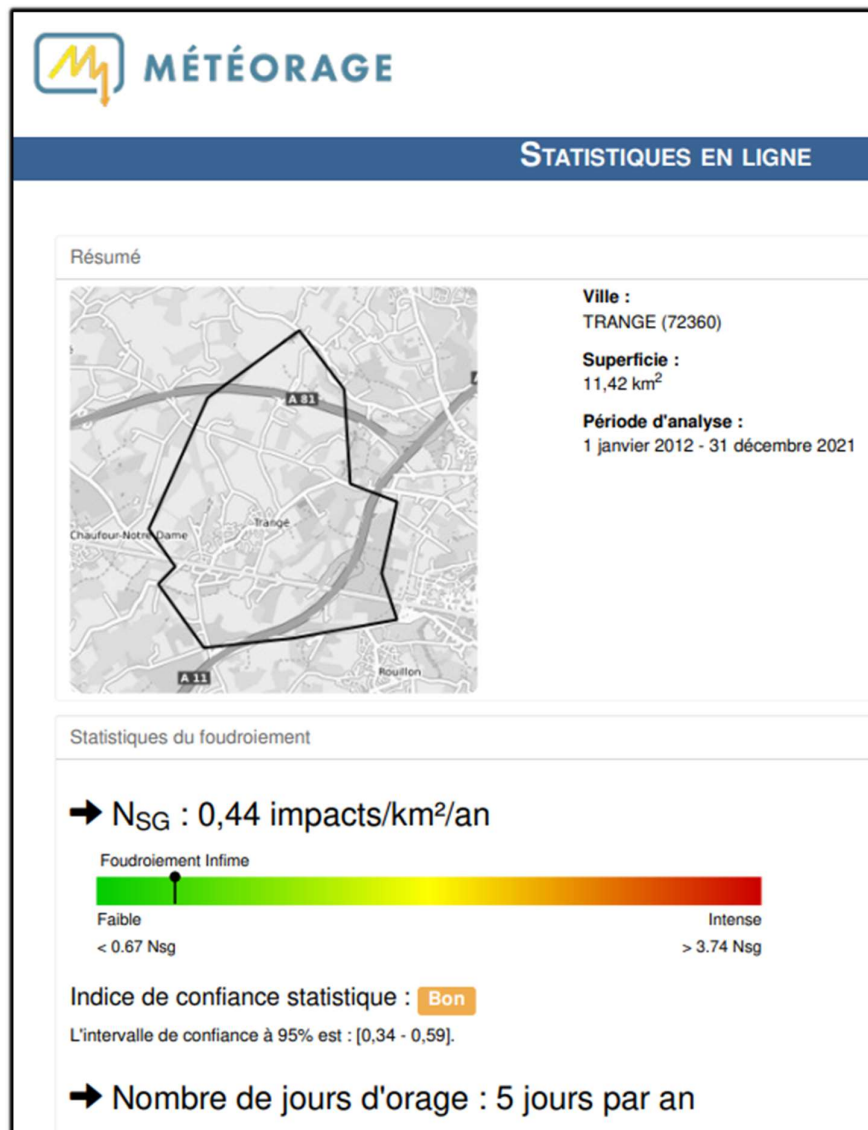
Rubrique ICPE	Intitulé	Régime
1510	Entrepôt couvert	Enregistrement
4320	Aérosols extrêmement inflammables ou inflammables de catégorie 1 ou 2 contenant des gaz inflammables de catégorie 1 ou 2 ou des liquides inflammables de catégorie 1.	Déclaration
4321	Aérosols extrêmement inflammables ou inflammables de catégorie 1 ou 2 ne contenant pas de gaz inflammables de catégorie 1 ou 2 ou des liquides inflammables de catégorie 1.	Déclaration
4330	Liquides inflammables de catégorie 1	Déclaration avec contrôle
4331	Liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la rubrique 4330.	Déclaration avec contrôle
2910	Combustion à l'exclusion des installations visées par les rubriques 2770, 2771 et 2971.	Déclaration
2925-1	Ateliers de charge d'accumulateurs électriques	Déclaration
2925-2	Ateliers de charge d'accumulateurs électriques	Déclaration

Le site est concerné par **l'arrêté du 11 avril 2017** relatif aux entrepôts couverts par la rubrique 1510 à enregistrement. De ce fait, la section III de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement s'applique.

4.4 DENSITÉ DE FOUROIEMENT

D'après les statistiques de foudroiement en France de METEORAGE (résultats à partir des données du réseau de détection des impacts foudre pour la période 2012-2021), la densité moyenne de foudroiement pour la commune de **TRANGE (72)** est de :

$N_{SG} = 0,44$ (coups de foudre / km² / an)



Source : meteorage.fr

4.5 NATURE DU SOL - RÉSISTIVITÉ

Résistivité	Nature du terrain	Résistivité en Ω/m
Très faible	Terrain marécageux / Tourbe / Limon	< 100
Faible	Marnes / Argiles	100 à 200
Moyenne	Sable argileux / Gazon	200 à 500
Forte	Calcaire / Micaschiste	500 à 1000
Très forte	Granit / Grès / Sol pierreux	> 1000

Nous retiendrons par défaut une résistivité de sol égale à 500 Ωm (valeur standard).

4.6 POTENTIELS DE DANGERS

Les potentiels de danger proviennent principalement des produits suivants :

- Produits combustibles susceptibles de générer et entretenir un incendie au niveau du stockage ;
- Explosion dans les locaux de charge.

4.7 ÉVÉNEMENTS REDOUTÉS

Les risques issus de l'étude de dangers où la foudre peut être identifiée comme une cause possible :

Installations / Zones / Structures	Événements redoutés
Ensemble du site	➤ Incendie
Locaux de charge	➤ Explosion

4.8 ZONAGE ATEX

Aucune zone ATEX n'est présente sur le site.

4.9 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.

La liste de ces équipements est la suivante :

MMR	Susceptibilité à la foudre
Extincteurs	Non
Centrale détection incendie	Oui
Centrale détection gaz	Oui
Sprinkler	Oui
Onduleurs / Informatique	Oui

Source : Selon retour d’expérience/infos clients.

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

4.10 MOYENS D’INTERVENTION ET DE SECOURS DU SITE

Le site dispose, suivant les zones, de différents moyens de lutte contre l’incendie :

- Les moyens automatiques : sprinkler, centrale détection incendie.
- Les moyens manuels : extincteurs, RIA, poteaux incendie.

Les pompiers disposeront des consignes de sécurité et des moyens d’intervention disponibles sur le site.

4.11 SERVICES ET CANALISATIONS

Caractéristiques du réseau de puissance

Le projet sera alimenté par une ligne en 20 kV souterraine issue du réseau ENEDIS vers un poste HT/BT en local technique.

Le poste, à son tour, alimentera le TGBT afin de desservir l’ensemble des équipements du site. Des panneaux photovoltaïques seront installés en toiture.

- Le régime de neutre n’est pas encore défini à ce stade notre étude.

Caractéristiques du réseau de communication

Le projet sera raccordé au réseau téléphonique via une ligne cuivre souterraine vers la zone administrative.

Liste des canalisations entrantes ou sortantes

Zone / Structure	Désignation	Nature
Entrepôt	Gaz	Métallique
	Eau	Inconnue
	Sprinkler	Métallique

Source : Selon retour d’expérience/infos clients.

Chapitre 5 **INSTALLATION À PRENDRE EN COMPTE POUR L’ARF**

En fonction de leur taille et de leurs caractéristiques, les structures sont traitées de façon statistique ou de façon déterministe. L'approche déterministe est pertinente pour les structures ouvertes ou de petites dimensions ou pour les structures métalliques (par exemple tuyauteries).

Bâtiments / Installations	Traitements statistiques selon la norme NF EN 62305-2	Traitement déterministe ¹
ENTREPÔT_CELLULE 5	✓	

Méthode déterministe¹ :

Cette méthode ne prend pas en compte le risque de foudroiement local.

Par conséquent, quel que soit la probabilité d’impact, une structure ou un équipement défini comme **Mesures des Maitrises de Risque (MMR)**, sera protégé si l’impact peut engendrer une conséquence sur l’environnement ou sur la sécurité des personnes.

Lorsque la norme NF EN 62305-2 ne s’applique pas réellement (exemple : zone ouverte ou à risque d’impact foudre privilégié telles que les cheminées, aéroréfrigérants, racks, stockage extérieurs, ...) cette méthode est **choisie**.

Chapitre 6 CALCUL PROBABILISTE : ENTREPÔT_CELLULE 5

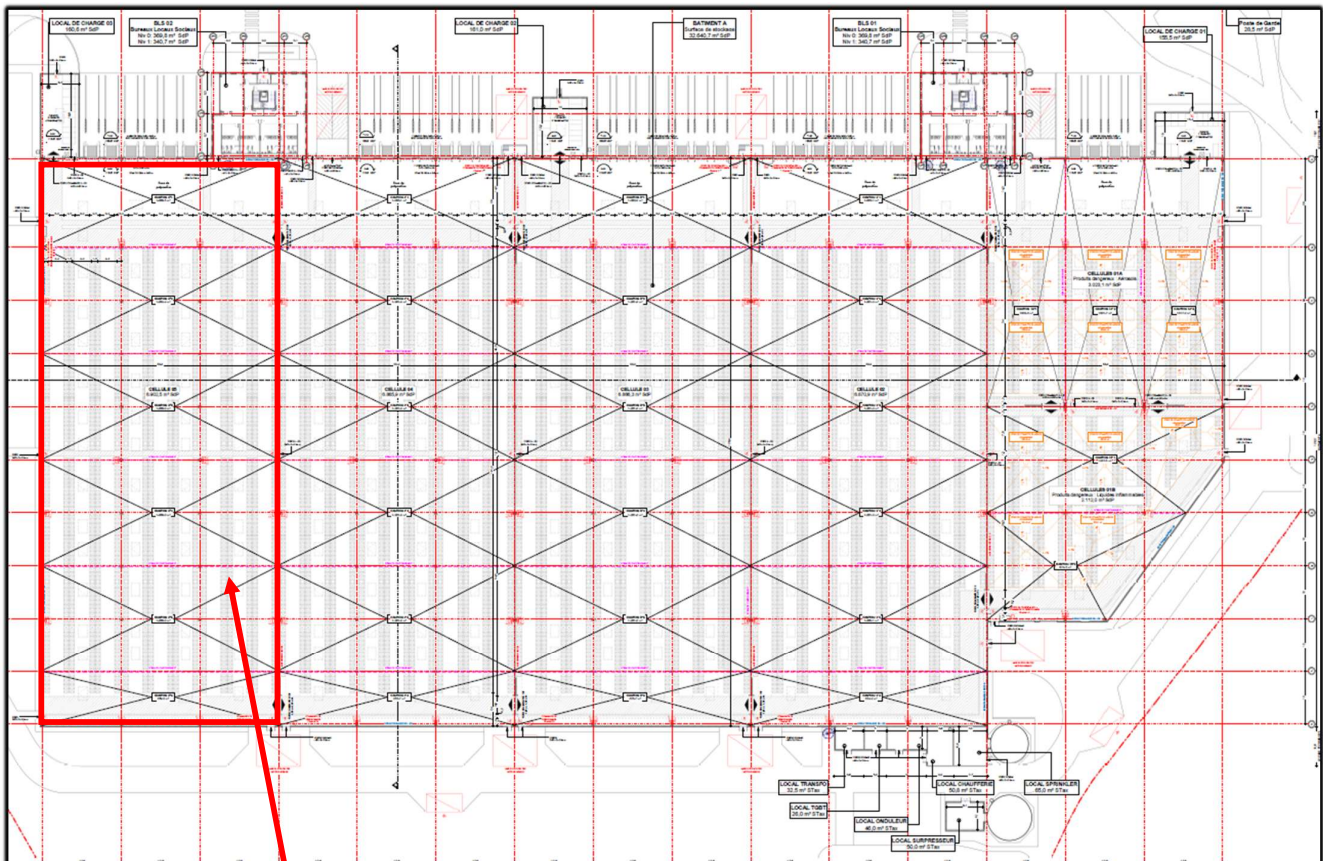
L'entrepôt comprendra :

- Murs REI 120 dépassant d'1 m en toiture entre les **cellules de stockage**.

L'analyse du risque foudre est réalisée sur **une seule cellule** conformément à l'annexe A 2.1.2 de la norme EN 62305-2.

La propagation des surtensions le long des lignes communes sera évitée au moyen de parafoudres installés au point d'entrée de telles lignes dans chaque cellule ou au moyen d'autres mesures de protection équivalentes.

Par conséquent l'Analyse de Risque Foudre sera réalisée sur **la cellule la plus grande, la cellule 5**. Le niveau de risque obtenu sera appliqué à toutes les autres cellules.



Zone prise en compte dans notre calcul ARF

6.1 DONNÉES & CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE

Caractéristiques de la structure	
Facteur d'emplacement $C_{d/b}$	Le bâtiment est entouré par des structures plus petites ou de même hauteur.
Longueur L	128 m
Largeur W	54 m
Hauteur H_b	14,12 m
Aire Equivalente A_{d/b}	2,80E-02 km ²
Type de sol à l'intérieur	Béton

6.2 CARACTÉRISTIQUES DES LIGNES ENTRANTES OU SORTANTES

Liste des lignes entrantes ou sortantes

- Arrivée Ligne Haute Tension (HT) ;
- Départ Ligne d'alimentation Basse Tension (BT) ;
- Ligne Courant Faible (télécom).

Caractéristiques de la ligne « Alimentation HT » :	
Type de ligne	Energie avec transformateur HT/BT souterrain
Origine de la ligne	Poste de transformation
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne	/
Longueur de ligne entre les équipements	1000 m
Cheminement (aérien / enterré)	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau	> 6 kV
Désignation de l'équipement reliée dans la structure	Poste transfo HT/BT

Caractéristiques de la ligne « Alimentation BT équipement » :	
Type de ligne	Energie BT souterrain
Origine de la ligne	Eclairage extérieur
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne	/
Longueur de ligne entre les équipements	1000 m
Cheminement (aérien, enterré)	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau	> 2,5 kV
Désignation de l'équipement reliée dans la structure	TGBT

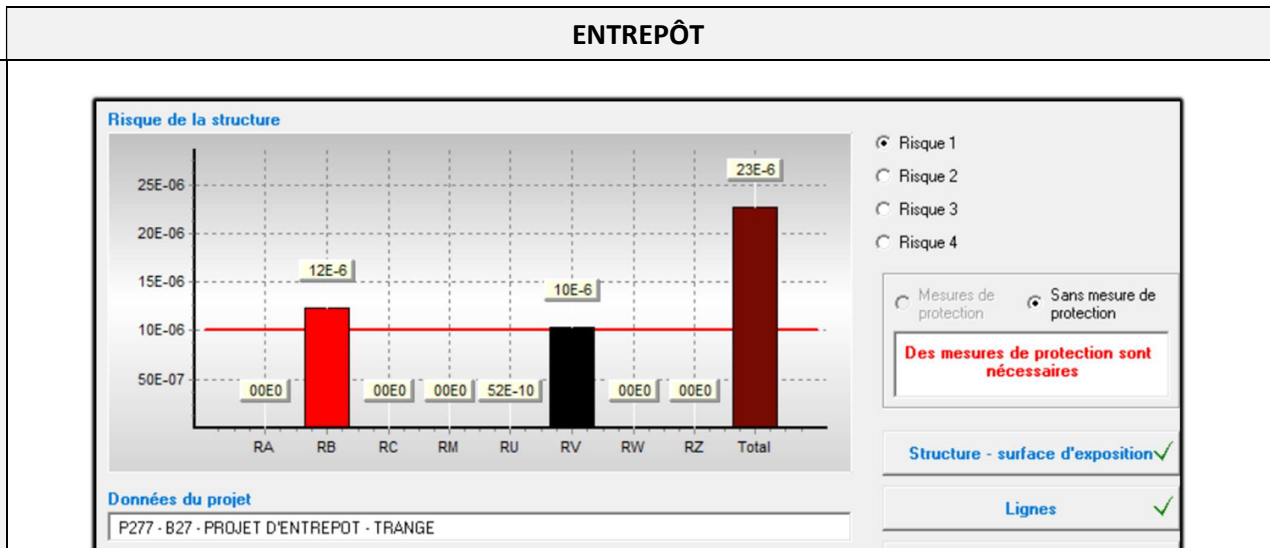
Caractéristiques de la ligne « Arrivée téléphonique » :	
Type de ligne	Signal – souterrain
Origine de la ligne	Arrivé Réseau Télécom
Dimension du bâtiment d’où provient cette ligne	/
Longueur de ligne entre les équipements	1000 m
Cheminement (aérien, enterré)	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau	> 1,5 kV
Désignation de l’équipement reliée dans la structure	Répartiteur téléphonique

6.3 DÉFINITION DES ZONES

Définition de la zone :

Zone 1 : Entrepôt	
Type de sol r_u	Béton
Risque incendie r_f	<p>Élevé $\rightarrow r_f = 0,1$ <i>Justification</i> : Au vu des quantités de matières inflammables présentes, le risque incendie est estimé « élevé ». La norme NF EN 62305-2 précise que le risque incendie des « structures avec une charge calorifique particulière supérieure à 800 MJ/m² » est considéré comme élevé.</p>
Dangers particuliers h_z	<p>Niveau de panique faible $\rightarrow h_z = 2$ <i>Justification</i> : Le nombre de personnes présentes dans la structure est inférieur à 100.</p>
Protection contre l'incendie r_p	<p>Automatique $\rightarrow r_p = 2$ <i>Justification</i> : La protection incendie est assurée à l'aide de sprinklers.</p>
Protection contre les tensions de pas et de contact	Aucune mesure de protection.
Perte par tensions de contact et de pas L_t	<p>$L_t = 0,0001$ <i>Justification</i> : Personnes à l'intérieur du bâtiment.</p>
Perte par dommages physiques L_f	<p>$L_f = 0,05$ <i>Justification</i> : Structure industrielle.</p>

6.4 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS



	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Cas 5	
Double-clic pour sélectionner des mesures de protection						
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	1,23E-05					1,23E-05
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	5,18E-09					5,18E-09
V	1,04E-05					1,04E-05
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	2,27E-05					2,27E-05
Réseaux internes Z1						
Nom	U	V	W	Z		
POSTE HT	4,71E-10	9,42E-07	0,00E+00	0,00E+00		
ECLAIRAGE EXTERIEUR	2,36E-09	4,71E-06	0,00E+00	0,00E+00		
RESEAU TELECOM	2,36E-09	4,71E-06	0,00E+00	0,00E+00		

SANS PROTECTION

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

$$2,27 \times 10^{-5} > 1 \times 10^{-5}$$

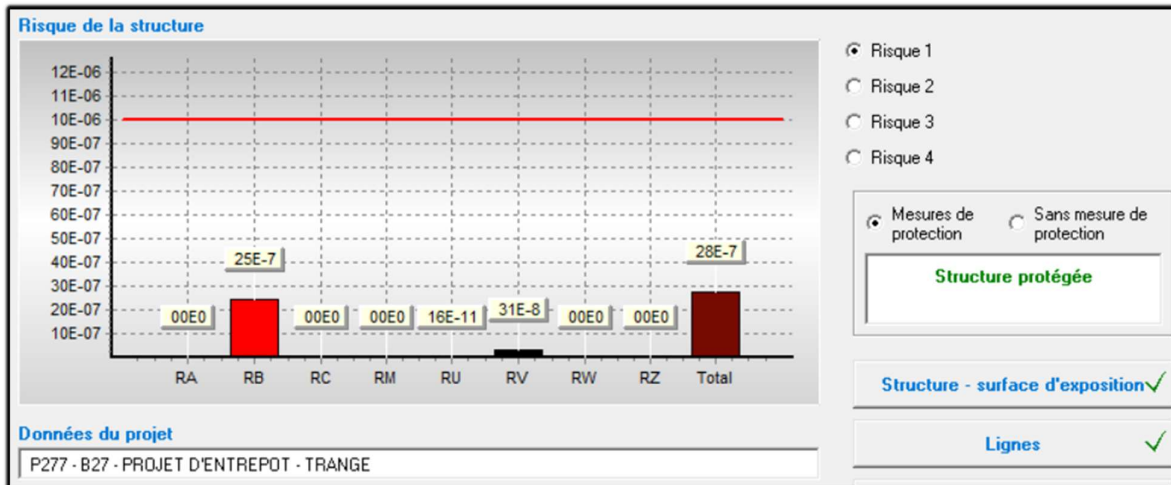
Il y a donc lieu de **procéder à la mise en œuvre de mesures de protection**.

La composante de risque qui influence le plus défavorablement le résultat est :

RB : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur la structure) ;

RV : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur le service connecté)

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



AVEC PROTECTION

	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Cas 5	
Double-clic pour sélectionner des mesures de protection						
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	2,46E-06					2,46E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	1,55E-10					1,55E-10
V	3,11E-07					3,11E-07
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	2,77E-06					2,77E-06

Réseaux internes: Z1				
Nom	U	V	W	Z
POSTE HT	1,41E-11	2,83E-08	0,00E+00	0,00E+00
ECLAIRAGE EXTERIEUR	7,07E-11	1,41E-07	0,00E+00	0,00E+00
RESEAU TELECOM	7,07E-11	1,41E-07	0,00E+00	0,00E+00

Sélection des mesures de protection

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

Ligne1: Arrivée ligne HT
 Parafoudre d'entrée: niveau IV

Ligne2: Arrivée ligne BT équipement
 Parafoudre d'entrée: niveau IV

Ligne3: Arrivée télécom
 Parafoudre d'entrée: niveau IV

Afficher le risque

Sans protection
 Avec la protection

Supprimer la protection

Afin de réduire les composantes RB et RV sous la valeur tolérable, nous préconisons :

- **Un système de protection contre la foudre SPF de niveau IV comprenant une protection externe sur la structure ;**
- **Une protection interne par parafoudres de niveau IV en conformité avec les recommandations de la norme NF EN 62305-4 sur les lignes de puissance et de communication.**

Avec la mise en œuvre de mesures de protection, le risque de perte de vie humaine R1 devient acceptable ($R1 < RT$) :

$$2,77 \times 10^{-6} < 1 \times 10^{-5}$$

RAPPORT TECHNIQUE

ÉVALUATION DES RISQUES



Données du projeteur:

Raison sociale: 1G GROUP SAS
Nom du projeteur: YAHIAOUI Z.

Projet ARF:

Client: B27
Site : PROJET D'ENTREPÔT LOGISTIQUE
Commune: TRANGE (72)
Pays: FRANCE
Ng: 0,44

Annexe n°1

Fiche de calcul d’Analyse du Risque Foudre ENTREPÔT_CELLULE 5

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

*Le contenu de l’annexe est extrait du logiciel Jupiter 2.0 qui est responsable de sa cohérence de rédaction.
Seules les données d’entrée du calcul sont insérées par 1G Foudre.*

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques **Sélection des mesures de protection**

Information sur le projeteur

Client:

Client: B27 - PROJET D'ENTREPOT
Ville: TRANGE

INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroiement.
 - 4.2 Données de la structure.
 - 4.3 Données des lignes électriques.
 - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
 - 6.1 Risque R_1 perte en vies humaines
 - 6.1.1 Calcul du risque R_1
 - 6.1.2 Evaluation des risques R_1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions.

Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroisement

Densité de foudroisement dans la ville de TRANGE où se trouve la structure :

$$N_g = 0,4 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 128 B (m): 54 H (m): 14,12

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :

- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Arrivée ligne HT
- Ligne de puissance: Arrivée ligne BT équipement
- Ligne Telecom: Arrivée télécom

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre LEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: ENTREPOT

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice *Caractéristiques des zones*.

5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition A_m due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*.

Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: ENTREPOT

RB: 1,23E-05

RU(POSTE HT): 4,71E-10

RV(POSTE HT): 9,42E-07

RU(ECLAIRAGE EXTERIEUR): 2,36E-09

RV(ECLAIRAGE EXTERIEUR): 4,71E-06

RU(RESEAU TELECOM): 2,36E-09

RV(RESEAU TELECOM): 4,71E-06

Total: 2,27E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 2,27E-05

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 2,27E-05$ est plus grand que le risque tolérable $RT = 1E-05$, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. Composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - ENTREPOT

RD = 54,2987 %

RI = 45,7013 %

Total = 100 %

RS = 0,0228 %

RF = 99,9772 %

RO = 0 %

Total = 100 %

où:

- RD = RA + RB + RC

- RI = RM + RU + RV + RW + RZ

- RS = RA + RU

- RF = RB + RV

- RO = RM + RC + RW + RZ

et :

- RD est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure

- RI est le risque dû aux coups de foudre ayant une influence sur la structure bien que ne la frappant pas directement

- RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants

- RF est le risque dû aux dommages physiques

- RO est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

Les valeurs énumérées ci-dessus, montrent que le risque R1 de la structure est essentiellement présent dans les zones suivantes :

Z1 - ENTREPOT (100 %)

- essentiellement due à dommages physiques
- principalement en raison de coups de foudre frappant la structure et coups de foudre influençant la structure, mais ne la frappant pas directement
- la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant les composantes du risque :

RB = 54,2987 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure

RV (ECLAIRAGE EXTERIEUR) = 20,7629 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

RV (RESEAU TELECOM) = 20,7629 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Afin de réduire le risque R1 au-dessous du risque tolérable $RT = 1E-05$, il est nécessaire d'agir sur les éléments de risque suivants:

- RB dans les zones:
 - Z1 - ENTREPOT
- RV dans les zones:
 - Z1 - ENTREPOT

en utilisant au moins une des mesures de protection possibles suivantes:

- pour la composante du risque B:
 - 1) Paratonnerre
 - 2) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
- pour la composante du risque V:
 - 1) Paratonnerre
 - 2) Parafoudre à l'entrée de la ligne
 - 3) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
 - 4) L'augmentation de la tension de tenue des équipements

Afin de protéger la structure les mesures de protection suivantes sont sélectionnées:

- installer un Paratonnerre de niveau IV ($P_b = 0,2$)
- Pour la ligne Ligne1 - Arrivée ligne HT:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne2 - Arrivée ligne BT équipement:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne3 - Arrivée télécom:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV

Le risque R4 n'a pas été évalué parce que le client n'a pas demandé d'analyse économique.

Les mesures de protection sélectionnées modifient les paramètres et composantes du risque. Les valeurs des paramètres du risque liées à la structure protégée sont énumérés ci-dessous.

Zone Z1: ENTREPOT

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 0,2$

P_c (POSTE HT) = $1,00E+00$

P_c (ECLAIRAGE EXTERIEUR) = $1,00E+00$

P_c (RESEAU TELECOM) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (POSTE HT) = $1,00E-04$

P_m (ECLAIRAGE EXTERIEUR) = $1,00E-04$

P_m (RESEAU TELECOM) = $1,00E-04$

$P_m = 3,00E-04$

P_u (POSTE HT) = $3,00E-02$

P_v (POSTE HT) = $3,00E-02$

P_w (POSTE HT) = $1,00E+00$

P_z (POSTE HT) = $1,00E-01$

P_u (ECLAIRAGE EXTERIEUR) = $3,00E-02$

P_v (ECLAIRAGE EXTERIEUR) = $3,00E-02$

P_w (ECLAIRAGE EXTERIEUR) = $1,00E+00$

P_z (ECLAIRAGE EXTERIEUR) = $4,00E-01$

P_u (RESEAU TELECOM) = $3,00E-02$

P_v (RESEAU TELECOM) = $3,00E-02$

P_w (RESEAU TELECOM) = $1,00E+00$

P_z (RESEAU TELECOM) = $1,50E-01$

$r_a = 0,01$

$r_p = 0,2$

$r_f = 0,1$

$h = 2$

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: ENTREPOT

RB: $2,46E-06$

RU(POSTE HT): $1,41E-11$

RV(POSTE HT): $2,83E-08$

RU(ECLAIRAGE EXTERIEUR): $7,07E-11$

RV(ECLAIRAGE EXTERIEUR): $1,41E-07$

RU(RESEAU TELECOM): $7,07E-11$

RV(RESEAU TELECOM): $1,41E-07$

Total: $2,77E-06$

Valeur du risque total R1 pour la structure : $2,77E-06$

8. CONCLUSIONS

Après la mise en place des mesures de protection (qui doivent être correctement conçus), l'évaluation du risque est :

Risque inférieur au risque tolérable:R1

SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA Foudre.

Date 28/06/2022

Cachet et signature



9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 128 B (m): 54 H (m): 14,12

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($C_d = 0,5$)

Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 0,44$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Arrivée ligne HT

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

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)

Caractéristiques des lignes: Arrivée ligne BT équipement

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)

Caractéristiques des lignes: Arrivée télécom

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)

Blindage (ohm / km)connecté à la même bar équipotentielle de l'équipement: $5 < R \leq 20 \text{ ohm/km}$

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: ENTREPOT

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: élevé ($r_f = 0,1$)

Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)

Protections contre le feu: actionnés automatiquement ($r_p = 0,2$)

zone de protection: Aucun bouclier

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

Réseaux internePOSTE HT

Connecté à la ligne Arrivée ligne HT

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)

Tension de tenue: 6,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneECLAIRAGE EXTERIEUR

Connecté à la ligne Arrivée ligne BT équipement

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneRESEAU TELECOM

Connecté à la ligne Arrivée télécom

câblage: câble blindé $5 < R \leq 20 \text{ ohm / km}$ ($K_{s3} = 0,001$)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:ENTREPOT

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

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

Risque et composantes du risque pour la zone:ENTREPOT

Risque 1: R_b R_u R_v

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 2,80E-02 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,94E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 6,16E-03$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 1,23E-01$

Lignes électriques

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

Arrivée ligne HT

Al = 0,021413 km²

Ai = 0,559017 km²

Arrivée ligne BT équipement

Al = 0,021413 km²

Ai = 0,559017 km²

Arrivée télécom

Al = 0,021413 km²

Ai = 0,559017 km²

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

Arrivée ligne HT

NI = 0,000471

Ni = 0,024597

Arrivée ligne BT équipement

NI = 0,002355

Ni = 0,122984

Arrivée télécom

NI = 0,002355

Ni = 0,122984

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: ENTREPOT

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (POSTE HT) = 1,00E+00

Pc (ECLAIRAGE EXTERIEUR) = 1,00E+00

Pc (RESEAU TELECOM) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (POSTE HT) = 1,00E-04

Pm (ECLAIRAGE EXTERIEUR) = 1,00E-04

Pm (RESEAU TELECOM) = 1,00E-04

Pm = 3,00E-04

Pu (POSTE HT) = 1,00E+00

Pv (POSTE HT) = 1,00E+00

Pw (POSTE HT) = 1,00E+00

Pz (POSTE HT) = 1,00E-01

Pu (ECLAIRAGE EXTERIEUR) = 1,00E+00

Pv (ECLAIRAGE EXTERIEUR) = 1,00E+00

P_w (ECLAIRAGE EXTERIEUR) = 1,00E+00
P_z (ECLAIRAGE EXTERIEUR) = 4,00E-01
P_u (RESEAU TELECOM) = 1,00E+00
P_v (RESEAU TELECOM) = 1,00E+00
P_w (RESEAU TELECOM) = 1,00E+00
P_z (RESEAU TELECOM) = 1,50E-01





1G GROUP SAS

6 Rue de Genève

69 800 SAINT-PRIEST

☎ 04 28 29 64 58

contact@1g-foudre.com

www.1g-foudre.com



ÉTUDE TECHNIQUE FOUFRE

B27 – PROJET D’ENTREPÔT LOGISTIQUE TRANGE (72)

<p>Commanditaire de l'étude :</p> <p>B27 SDE 19 Bis ave Léon Gambetta 92120 MONTROUGE</p> 	<p>Adresse de l'établissement :</p> <p>PROJET D'ENTREPÔT LOGISTIQUE Secteur de l'Etoile III – Rue Pégase 72360 TRANGE</p>
<p>Date de l'intervention :</p>	<p>Etude sur plans</p>
<p>Rédigé par : Date : 29/06/2022</p>	<p>Zakari YAHIAOUI Chargé d'études Qualifoudre N1 04 28 29 64 58 z.yahiaoui@1g-group.com</p> 
<p>Validé par : Date : 30/06/2022</p>	<p>Benoît CHAILLOT Responsable BET Qualifoudre N3 – n°19005 07 67 21 96 34 b.chaillet@1g-group.com</p> 

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
01/07/2022	A	Première diffusion

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Le seul rapport faisant foi est le rapport envoyé par **1G FOUFRE**.

ABRÉVIATIONS

ARF	Analyse du Risque Foudre
ATEX	Atmosphère Explosive
BT	Basse Tension
CEM	Compatibilité Électromagnétique
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ET	Étude Technique
HT	Haute Tension
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IEMF	Impulsion Électromagnétique Foudre
IEPF	Installation Extérieure de Protection contre la Foudre
IIPF	Installation Intérieure de Protection contre la Foudre
INB	Installation Nucléaire de Base
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des Risques
MALT	Mise À La Terre
MMR	Mesures de Maîtrise des Risques
Ng	Densité de foudroiement (nombre d'impacts par an au km ²)
NPF	Niveau de Protection contre la Foudre
PDA	Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage
PDT	Prise De Terre
RIA	Robinet d'Incendie Armé
Rp	Rayon de protection (paratonnerre)
SPF	Système de Protection Foudre
TGBT	Tableau Général Basse Tension
ZPF	Zone de Protection Foudre

SOMMAIRE

CHAPITRE 1	OBJET DE L'ÉTUDE	6
1.1	PRÉSENTATION DE LA MISSION	6
1.2	RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES	7
1.3	BASE DOCUMENTAIRE	9
CHAPITRE 2	MÉTHOLOGIE	10
CHAPITRE 3	SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	11
CHAPITRE 4	INSTALLATIONS DE PROTECTION Foudre EXISTANTES	12
4.1	INSTALLATION EXTÉRIEURE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre	12
4.2	INSTALLATION INTÉRIEURE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre	12
CHAPITRE 5	PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS	13
5.1	GÉNÉRALITÉS SUR LES IEPF	13
5.2	LES DIFFÉRENTS TYPE D'IEPF	14
5.3	TRAVAUX À RÉALISER	16
CHAPITRE 6	PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS	25
6.1	GÉNÉRALITÉS SUR LES IIPF	25
6.2	LES DIFFÉRENTS TYPES DE PARAFoudRES	25
6.3	PROTECTION DES COURANTS FORTS	26
CHAPITRE 7	PRÉVENTION DU PHÉNOMÈNE ORAGEUX	34
7.1	PROTECTION CONTRE LES TENSIONS DE CONTACT ET DE PAS	34
7.2	DÉTECTION D'ORAGE	34
7.3	PROCÉDURE	35
CHAPITRE 8	RÉALISATION DES TRAVAUX	36
CHAPITRE 9	VÉRIFICATIONS DES INSTALLATIONS	37
9.1	VÉRIFICATION INITIALE	37
9.2	VÉRIFICATION PÉRIODIQUE	37
9.3	VÉRIFICATION SUPPLÉMENTAIRE	38
9.4	MAINTENANCE	38
CHAPITRE 10	BILAN DES TRAVAUX À RÉALISER	39

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Calcul de distance de séparation.

Annexe 2 : Notice de Vérification & de Maintenance (NVM).

Annexe 3 : Carnet de Bord (CB).

Chapitre 1 OBJET DE L'ÉTUDE

1.1 PRÉSENTATION DE LA MISSION

Dans le cadre de la réglementation (arrêté ministériel 11 avril 2017) relatif aux entrepôts couverts par la rubrique 1510 à enregistrement, le **PROJET D'ENTREPÔT LOGISTIQUE** situé sur la commune de **TRANGE (72)** doit réaliser une Analyse de Risque Foudre (ARF), et une Etude Technique de protection contre la Foudre (ETF).

L'Analyse de Risque Foudre du site a été réalisée par **nos soins** (rapport n°**1GF1196** du **28/06/2022**).

Cette analyse montre que certaines installations requièrent des protections contre la foudre vis-à-vis du risque de perte de vie humaine (R1).

Le présent document constitue **l'Étude Technique** de protection contre la foudre détaillée, pour les bâtiments étudiés, et pour chaque protection requise par l'Analyse de Risque Foudre, qu'elle soit une protection contre les effets directs ou contre les effets indirects de la foudre :

- Le type de protection existante ou complémentaire requise ;
- Ses caractéristiques techniques ;
- Sa localisation ;
- Les modalités de sa vérification.

L'installateur doit impérativement se reporter aux prescriptions particulières et à la description des travaux définis dans ce document pour la mise en place des protections dans les détails et se conformer aux documents de référence.

IMPORTANT : 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.

1.2 RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES

Textes réglementaires

Arrêté	Désignation
Arrêté du 4 octobre 2010 modifié	Arrêté relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.
Circulaire du 24 avril 2008	Relative à l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.
Arrêté du 11 avril 2017	Arrêté relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510, y compris lorsqu'ils relèvent également de l'une ou plusieurs des rubriques 1530, 1532, 2662 ou 2663 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Normes de références

Norme	Version	Désignation
NF EN 62 305-3	Décembre 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains.
NF EN 62 305-4	Décembre 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures.
NF C 17-102	Septembre 2011	Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage.
NF C 15-100	Compil 2013	Installations électriques basse tension.
NF EN 61 643-11	Septembre 2002	Parafoudres pour installation basse tension.
NF EN 62 561-1	Aout 2016	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 1 : exigences pour les composants de connexion.
NF EN 62 561-2	Décembre 2016	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 2 : exigences pour les conducteurs et les électrodes de terre.
NF EN 62 561-3	Aout 2016	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 3 : exigences pour les éclateurs d'isolement.
NF EN 62 561-4	Mai 2011	Composants de système de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 4 : exigences pour les fixations de conducteur.
NF EN 62 561-5	Novembre 2011	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 5 : exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre.
NF EN 62 561-6	Novembre 2011	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 6 : exigences pour les compteurs de coups de foudre.
NF EN 62 561-7	Décembre 2012	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 7 : exigences pour les enrichisseurs de terre.
NF EN 61 643-11	Mai 2014	Parafoudres BT- Partie 11 : parafoudres connectés aux systèmes basse tension - Exigences et méthodes d'essai.
CEI 61 643-12	Novembre 2008	Parafoudres BT- Partie 12 : parafoudres connectés aux réseaux de distribution BT - Principes de choix et d'application.

NF EN 61 643-21	Novembre 2001	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	Mai 2019	Détecteur d'orage.

Guides pratiques (à titre informatif)

Guide	Version	Désignation
Guide UTE C 15-712-1	Juillet 2010	Guide pratique des installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution
Guide OMEGA 3 de l'INERIS	Décembre 2011	Protection contre la foudre des installations classées pour la protection de l'environnement.
FAQ de l'INERIS	10 Février 2021	Foire aux questions de l'INERIS.

1.3 BASE DOCUMENTAIRE

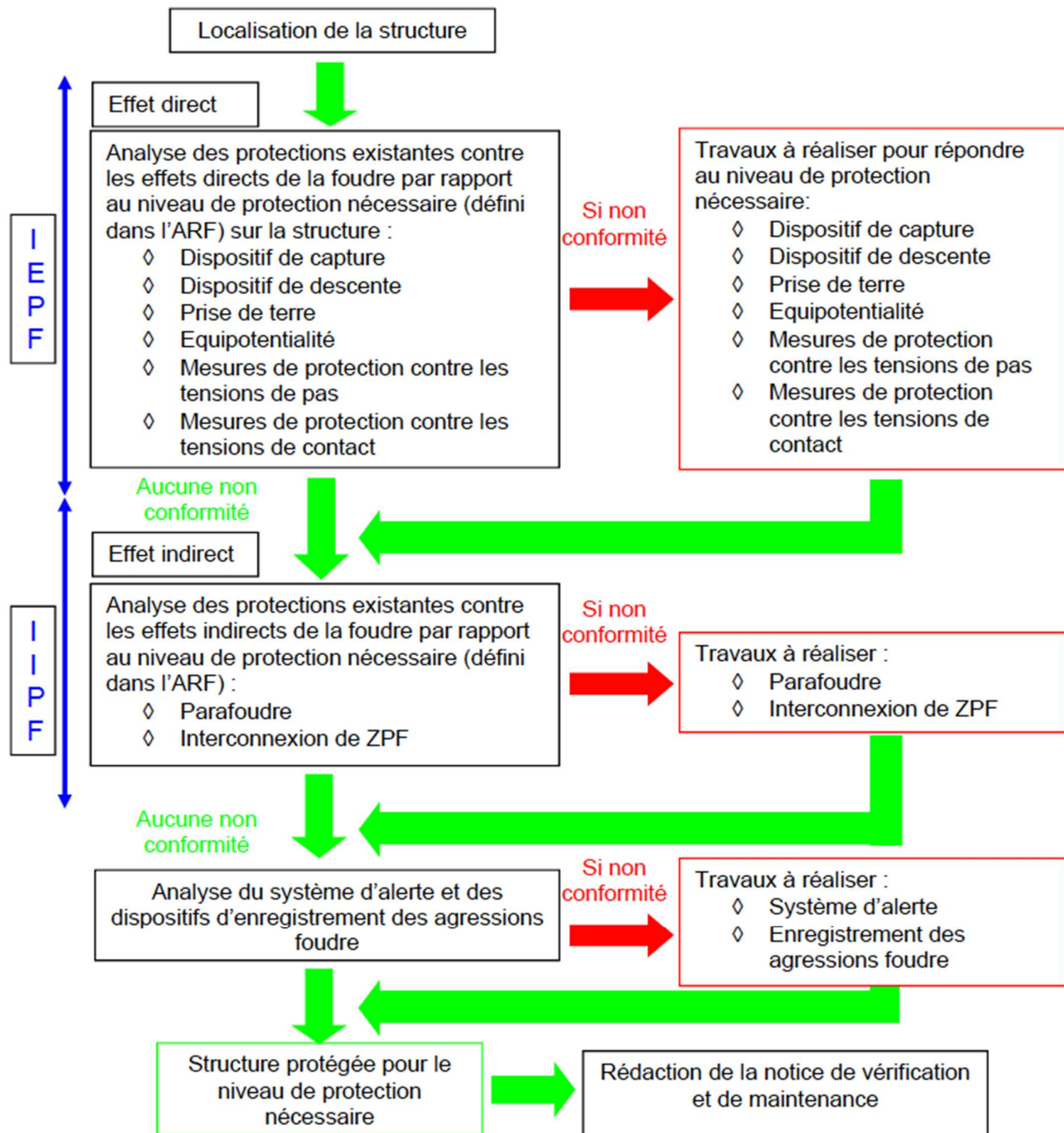
L'étude technique ci-après se base sur les conclusions de l'ARF ainsi que les informations et plans fournis par la société **B27**.

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

Documents	Auteur	Référence	Fourni
Description projet	B27	Juin 2022	✓
Arrêté préfectoral Rubriques ICPE	B27	Juin 2022	✓
Liste des MMR	B27	Juin 2022	✓
Plans de masse	ARCHIFACTORY	09/06/2022	✓
Plans de coupe	ARCHIFACTORY	09/06/2022	✓
Plans des façades	ARCHIFACTORY	09/06/2022	✓
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	-	-	✗
Synoptique courant fort/faible	-	-	✓
Dossier de Zonage ATEX	-	-	SO
Analyse du Risque Foudre	1G Foudre	1GF1196	✓

Chapitre 2 MÉTHOLOGIE

Pour chacune des structures nécessitant une protection contre la foudre, la méthodologie ci-dessous est appliquée.



Chapitre 3 SYNTHÈSE DE L’ANALYSE DU RISQUE Foudre

Récapitulatif des résultats de l’Analyse du Risque Foudre

L’Analyse du Risque Foudre a été réalisée par **nos soins** (rapport n°1GF1196 du **28/06/2022**) conformément à la norme NF EN 62305-2.

Le tableau suivant récapitule pour l’ensemble du site, si oui ou non, l’analyse des dangers conduit à retenir un risque vis-à-vis des effets de la foudre, et si, dans ce cas il y a nécessité de protection.

STRUCTURE	PROTECTION EFFETS DIRECTS	PROTECTION EFFETS INDIRECTS
ENTREPÔT	Protection de niveau IV	Protection de niveau IV
MMR	Sans Objet	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sprinkler ; ➤ Détection incendie ; ➤ Détection gaz ; ➤ Onduleurs/informatique.
CANALISATIONS MÉTALLIQUES	Liaison équipotentielle à prévoir pour : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Gaz ; ➤ Sprinkler ; ➤ Eau (si métallique). 	
PRÉVENTION	Une mise en place de procédure spécifique (en interne) de prévention d’orage est nécessaire : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ne pas intervenir en toiture ; ➤ Ne pas intervenir sur les installations électriques BT, courants faibles et télécommunications. 	

Une installation de protection contre la foudre ne peut, comme tout ce qui concerne les éléments naturels, assurer la protection absolue des structures, des personnes ou des objets. L’application des principes de protection permet de réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les structures protégées.

Chapitre 4 INSTALLATIONS DE PROTECTION Foudre EXISTANTES

4.1 INSTALLATION EXTÉRIEURE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

Le site ne dispose donc pas d'installation extérieure de protection contre la foudre (projet).

4.2 INSTALLATION INTÉRIEURE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

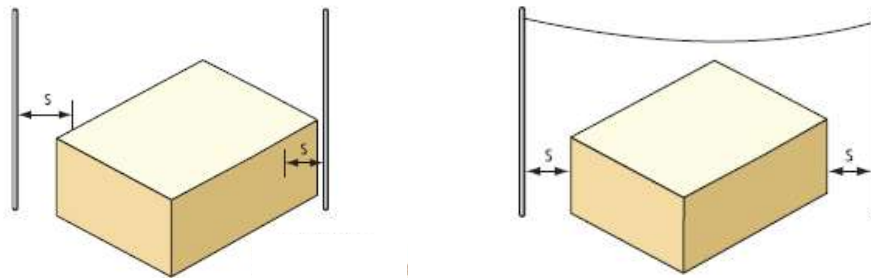
Le site ne dispose donc pas d'installation intérieure de protection contre la foudre (projet).

Chapitre 5 PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS

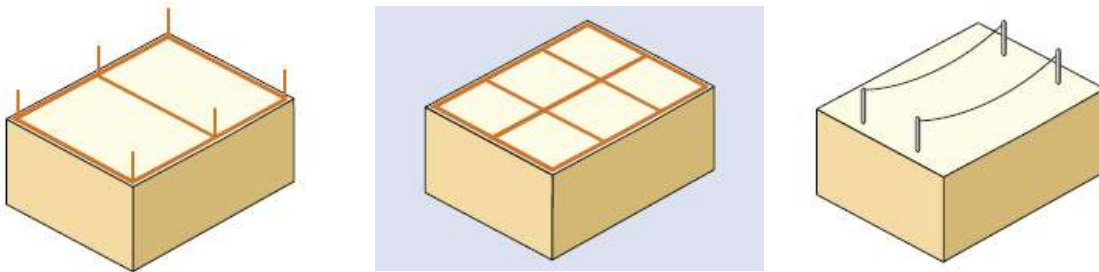
5.1 GÉNÉRALITÉS SUR LES IEPF

Une installation extérieure de protection contre la foudre permet de protéger une structure contre les impacts directs de la foudre ; elle peut être **isolée ou non de la structure à protéger**.

- **Installation isolée** : les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière 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 au champ électromagnétiques de foudre).



- **Installation non isolée**, les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière 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.



La probabilité de pénétration d'un coup de foudre dans la structure à protéger est considérablement réduite par la présence d'un dispositif de capture convenablement conçu.

Un Système de Protection Foudre (SPF) est constitué de 3 principaux éléments :

- Dispositif de capture ;
- Conducteur de descente ;
- Prise de terre.

5.2 LES DIFFÉRENTS TYPE D'IEPF

5.2.1 PROTECTION PASSIVE

La **protection par système passif** (norme NF EN 62305-3) consiste 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 :

- Fils tendus ;
- Paratonnerre à tige simple ;
- Maillage et/ou composants naturels...

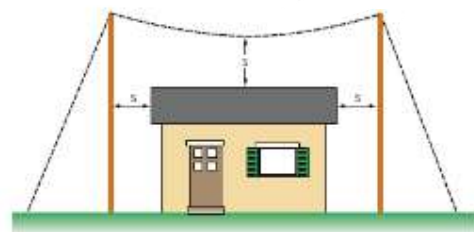
Ces composants doivent être installés aux coins, aux points exposés et sur les rebords suivant 3 méthodes :

1. 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.

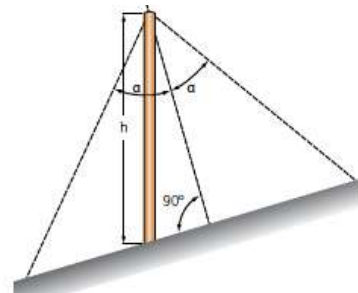
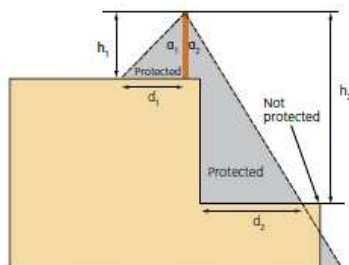
L'installation de fils tendus doit tenir compte de la tenue mécanique, de la nature de l'installation et des distances d'isolement.



2. Paratonnerre à tige simple

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.



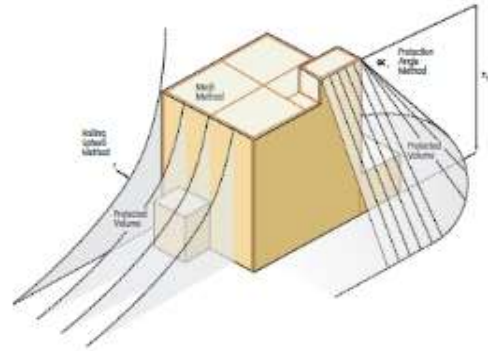
Détermination de l'angle de protection en fonction de la hauteur de la tige du paratonnerre et du niveau de protection.

3. 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.

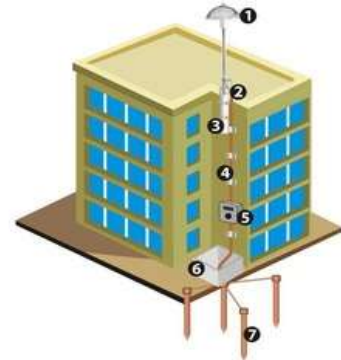
La largeur des mailles en toiture et la distance moyenne entre deux descentes dépendent du niveau de protection requis sur le bâtiment.



5.2.2 PROTECTION ACTIVE

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

La norme NF C 17-102 définit la méthode d'essai permettant d'évaluer l'avance à l'amorçage et, par voie de conséquence, le rayon de protection offert par ce type de paratonnerre.



RAYONS DE PROTECTION												
h	I			II			III			IV		
	30	45	60	30	45	60	30	45	60	30	45	60
2	11,4	15	19,2	13,2	16,8	21	15	19,2	24	16,8	21,6	26,4
3	16,8	22,8	28,8	19,8	25,2	31,2	22,8	28,8	35,4	25,2	34,2	39
4	22,8	30,6	38,4	26,4	34,2	41,4	30	39	46,8	34,2	43,2	52,2
5	28,8	37,8	47,4	33	42,6	51,6	37,8	48,6	58,2	42,6	53,4	64,2
6	28,8	37,8	47,4	33	42,6	52,2	38,4	48,6	58,2	43,2	54	64,8
10	29,5	38,6	47,5	33,7	43,4	52,5	39,7	50	59,7	45,3	55,2	65,4
20	29,7	39	48	33,9	44	54	40	51,6	62,4	45,7	57	67,8

Rayon de protection (R_p) des PDA en fonction de la **hauteur** du paratonnerre (h en mètre), de l'**avance à l'amorçage** (Δt en μs) et du **niveau de protection**.

Nota : le tableau ci-dessus tient compte du coefficient de réduction de 40 % appliqué aux rayons de protection des PDA, conformément à l'arrêté du 10 octobre 2010 modifié concernant la protection foudre des ICPE.

5.3 TRAVAUX À RÉALISER

5.3.1 NIVEAU DE PROTECTION

Le niveau de protection déterminé dans l'analyse du risque pour le projet d'entrepôt logistique est le suivant :

NIVEAU IV (ICPE)

5.3.2 CHOIX DU TYPE DE PROTECTION

Comme évoqué dans le § 5.2, différents types de protection contre les effets directs de la foudre peuvent être envisagés : fils tendus, cage mailée, paratonnerre à tige simple ou à dispositif d'amorçage, composants naturels...

Compte tenu des caractéristiques du site et de la structure, nous retenons le système de protection par paratonnerre à dispositif d'amorçage (PDA), issu de la norme NF C 17-102 (septembre 2011).

En effet, nous préconisons la méthode de protection par Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage (PDA) pour les raisons suivantes :

- Une mise en œuvre aisée et simplifiée ;
- Nombre de dispositifs de capture et de conducteurs de descente diminués ;
- Travaux de terrassement moins conséquent ;
- Vérification et maintenance simplifiées ;
- Coût des travaux inférieure aux systèmes de protection foudre passifs (cages maillées, tiges simples...).

Nota : Les solutions proposées dans ce rapport visent à augmenter l'immunité du site face à la foudre sans toutefois obtenir une garantie d'efficacité à 100 %.

Cependant, la mise en œuvre des dispositions préconisées doit réduire de façon significative les dégâts susceptibles d'être causés par la foudre sur les structures et les équipements et diminuer le risque de perte de vie humaine jusqu'à la valeur fixée par la norme NF EN 62305-2.

5.3.3 IEPF A METTRE EN PLACE

Les travaux à réaliser sont les suivants :

Dispositif de capture

- Mise en place de **6 nouveaux PDA testables** (de préférence à distance) :
 - Avance à l'amorçage Δt : **60 μ s** ;
 - Hauteur installation : **5 m** (y compris mât à rallonge) ;
 - Niveau de protection : **IV (ICPE)** ;
 - Rayon de protection : **64 m** ;
 - Implantation : **sur mur coupe-feu car présence de panneaux photovoltaïques.**

Circuits de descente





- Installation de **8 conducteurs de descente** conformément à la norme NF C 17-102.
- Réalisation des circuits de descente et de mutualisation à l'aide de conducteur normalisé, fixé tous les 33cm à l'aide de supports adaptés à la toiture (brides aluminothermique ou plots béton en toiture – clips en façade) ;
- Mise en place, au bas de chaque conducteur de descente, d'un **joint de contrôle** permettant la mesure de la prise de terre et d'une **gaine de protection** en acier inoxydable afin de protéger le conducteur sur une hauteur de 2 mètres contre d'éventuels chocs mécaniques ;
- Mise en place, sur le circuit de descente le plus direct à la terre, d'un **compteur de coups de foudre** afin de comptabiliser le nombre réel d'impacts sur l'installation ;
- Mise en place d'une **pancarte d'avertissement** au niveau de chaque gaine de protection afin de réduire les risques de lésions dus aux tensions de contact et de pas ;
- Respect des **distances de séparation**. Si nécessaire, réalisation des **liaisons équipotentiels** en conducteur normalisé entre les conducteurs de descente et les masses métalliques à proximité (voir calcul distance de séparation « s »).

Prises de terre

- Réalisation de **8 prises de terre de type A** (résistance inférieure à 10 Ω) constituées d'un ensemble de piquets reliés entre eux par un conducteur normalisé ;
- Mise en place, pour chaque prise de terre, d'un **regard de visite** afin de permettre l'isolement et la mesure de la valeur ohmique de la prise de terre paratonnerre ;
- Réalisation d'une **interconnexion** entre les prises de terre paratonnerre et le réseau de terre des masses du bâtiment en conducteur normalisé.



Implantation des paratonnerres, conducteurs de descente et prises de terre.

Légende :			
	Position des paratonnerres à installer		Rayon de protections de 64 m
	Conducteur de descente à créer		Prise de terre à créer

RÈGLES D'INSTALLATION

Conducteur de descente :

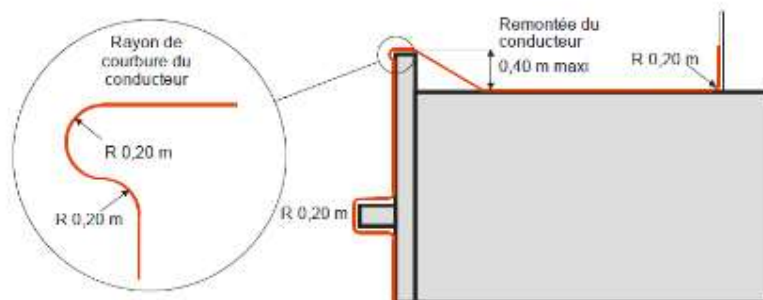
Selon la norme NFC 17-102, les PDA doivent être connectés à au moins deux conducteurs de descente. Néanmoins, la norme NFC 17-102 version 2011 nous indique que lorsque plusieurs PDA se trouvent sur le même bâtiment, les conducteurs de descente peuvent être mutualisés. Ainsi, s'il y a n PDA sur le toit, il n'est pas systématiquement nécessaire d'avoir $2n$ conducteurs de descente mais un minimum de n conducteurs de descentes spécifiques est nécessaire.

Chacun des conducteurs de descente doit être fixé au PDA au moyen d'un système de connexion placé sur le mât. Ce dernier doit comprendre un élément d'adaptation mécanique qui garantira un contact électrique permanent.

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 rayons de courbure doivent être supérieurs à 20 cm).

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

Il convient d'éviter tout cheminement autour des acrotères, des corniches et plus généralement des obstacles. Une hauteur maximale de 40 cm est admise pour passer au-dessus d'un obstacle avec une pente de 45° ou moins.



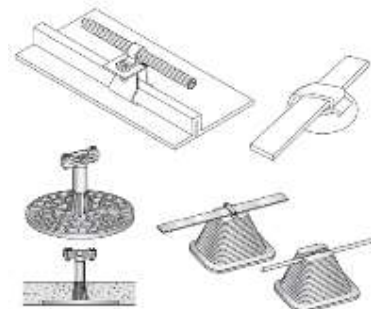
Prévoir des réservations dans les acrotères pour le passage des conducteurs si les remontées sont supérieures à 40cm.

Fixation du conducteur de descente :

Les conducteurs de descente doivent être fixés à raison de **trois fixations par mètre** (environ tous les 33 cm).

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.



Il convient de protéger les conducteurs de descente contre tout risque de choc mécanique, à l'aide de fourreaux de protection, jusqu'à une hauteur d'au moins **2 m au-dessus du niveau du sol**.

Distance de séparation :

La distance de séparation est la distance minimale pour laquelle il n'y a pas de formation d'étincelle dangereuse entre un conducteur de descente et une masse conductrice voisine.

Ci-dessous les distances de séparation max calculées pour chaque PDA sur la descente la plus courte est de :

	PDA 1/5	PDA 2	PDA 3	PDA 4	PDA 6
Distance de séparation (air)	1,56 m	2,76 m	0,93 m	1,08 m	0,42 m
Distance de séparation (béton)	3,12 m	1,38 m	1,86 m	2,16 m	0,84 m

Les feuilles de calcul sont présentées en annexe 1.

Les conducteurs de descente devront être éloignés de la distance s (voir courbe en annexe 1) de toutes les masses métalliques existantes.

Dans le cas où cette contrainte ne pourrait être respectée, les masses métalliques concernées (skydomes, garde-corps, échelle à crinolines, aérothermes...) devront être reliées aux conducteurs de descente par un conducteur de même nature que celui-ci.

Les courants forts/faibles devront être blindés (caméras, éclairages, antenne hertzienne) ou protégés à l'aide de parafoudres (parafoudres BT et coaxiaux).

Matériaux et dimensions :

Les matériaux et dimensions des conducteurs de descente devront respectés les prescriptions de la norme NF EN 62561-2.

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

Joint de contrôle / Borne de coupure :

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 juste au-dessus de la gaine de protection.

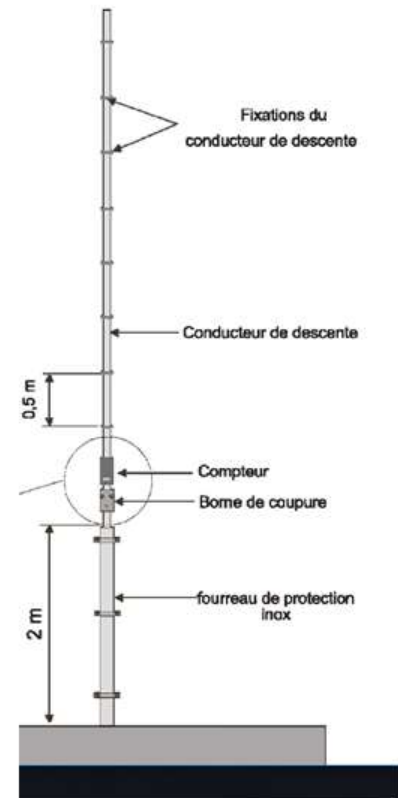
Pour les conducteurs de descente installés sur des parois métalliques ou les SPF non équipés de conducteurs de descente spécifiques, des joints de contrôle doivent être insérés entre chaque prise de terre et l'élément métallique auquel la prise de terre est connectée. Ils sont alors installés à l'intérieur d'un regard de visite (conforme à la NF EN 62561-2) comportant le symbole prise de terre.

Compteur de coup 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 type 1 ;
- Un abonnement de télécomptage à MÉTÉORAGE.

Dans notre cas, la solution retenue est le compteur de coups de foudre sur le conducteur de descente le plus direct du paratonnerre. 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 par paratonnerre.**



Prise de terre :

Compte tenu de la configuration du site (site existant, travaux de terrassement conséquent...), notre choix s'est porté sur la réalisation de prise de terre paratonnerre de type A.

Au total, **8 prises de terre type A** devront être créées afin de relier les installations à la terre.

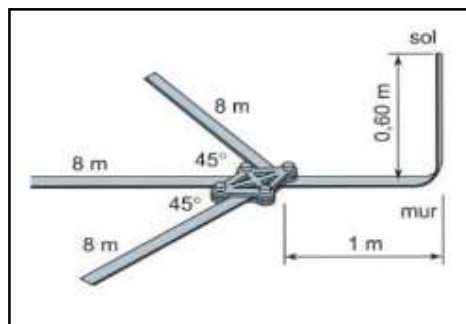
Elles devront satisfaire les exigences suivantes :

- la valeur de résistance mesurée à l'aide d'un équipement classique doit être la plus basse possible (inférieure à 10Ω). Cette résistance doit être mesurée au niveau de la prise de terre isolée de tout autre composant conducteur. L'installateur a donc en charge tous les éventuels travaux complémentaires nécessaires, afin d'obtenir une valeur inférieure à 10 Ohms.
- éviter les prises de terre équipées d'un composant vertical ou horizontal unique excessivement long (> 20 m) afin d'assurer une valeur d'impédance ou d'inductance la plus faible possible.

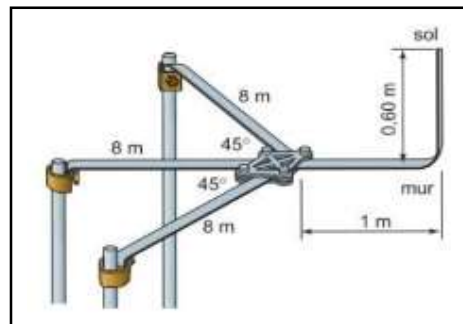
Trois configurations sont possibles pour réaliser une prise de terre type A :

Patte d'oie (type A1)

La prise de terre sera disposée sous forme de patte d'oie de grandes dimensions et enterrée à une profondeur minimum de 50 cm à l'aide de conducteurs de même nature et section que les conducteurs de descente, à l'exception de l'aluminium,



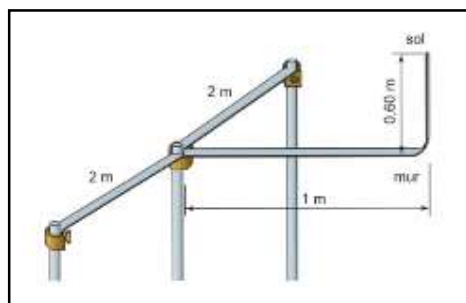
Forme « patte d'oie »



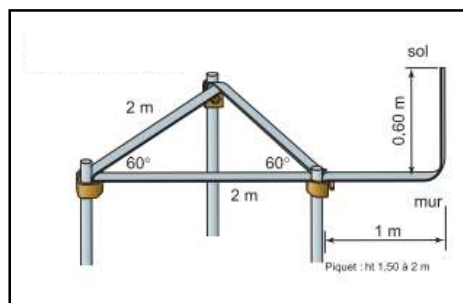
Forme « patte d'oie améliorée »

Prise de terre en ligne ou triangle (type A2)

La prise de terre type sera composée de plusieurs électrodes verticales d'une longueur totale minimum à 6m à une profondeur minimum de 50cm, disposée en ligne et séparées les unes des autres par une distance égale à au moins la longueur enterrée. Les électrodes seront interconnectées par un conducteur enterré identique au conducteur de descente ou aux caractéristiques compatibles avec ce dernier.



Forme « en ligne »



Forme « en triangle »

Les matériaux et dimensions des électrodes de terre devront respectés les prescriptions de la norme NF EN 62561-6. 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	
		Électrode de terre	Conducteur de terre
Cuivre	Torsadé, rond plein, plaquer pleine (épaisseur min. 2 mm)		50 mm ²
	Rond plein	ø15 mm	
	Tuyau (épaisseur 2 mm)	ø20 mm	
Acier	Rond plein galvanisé	ø 16 mm	ø 10 mm
	Tube galvanisé	ø 25 mm	
Acier inoxydable	Rond plein	ø 15 mm	ø 10 mm

Dispositions complémentaires

Lorsque la résistivité élevée du sol empêche d'obtenir une résistance de prise de terre inférieure à 10 Ω à l'aide des mesures de protection normalisées ci-avant, les dispositions complémentaires suivantes peuvent être utilisées :

- Ajout d'un matériau naturel non corrosif de moindre résistivité autour des conducteurs de mise à la terre ;
- Ajout d'électrodes de terre à la disposition en forme de patte d'oie ou connexion de ces dernières aux électrodes existantes ;
- Application d'un enrichisseur de terre conforme à la NF EN 62561-7.

Lorsque l'application de toutes les mesures ci-dessus ne permettent pas d'obtenir une valeur de résistance inférieure à 10 Ω, il peut être considéré que la prise de terre de Type A assure un écoulement acceptable du courant de foudre lorsqu'elle comprend une longueur totale d'électrode enterrée d'au moins :

- 160 m pour le niveau de protection I ;
- 100 m pour les niveaux de protection II, III et IV.

Dans tous les cas, il convient que chaque élément vertical ou horizontal ne dépasse pas 20 m de long.

La longueur nécessaire peut être une combinaison d'électrodes horizontales (longueur cumulée $L1$) et d'électrodes verticales (longueur cumulée $L2$) avec l'exigence suivante :

- 160 (respectivement 100 m) $< L1 + 2xL2$.

Équipotentialités des prises de terre

Il convient de connecter les prises de terre des paratonnerres à dispositif d'amorçage au fond de fouille du bâtiment à l'aide d'un conducteur normalisé (voir NF EN 50164-2) par un dispositif déconnectable situé de préférence dans un regard de visite (ou barrette de déconnexion) comportant le symbole « *Prise de terre* ».

Conditions 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.

Tension de contact et de pas

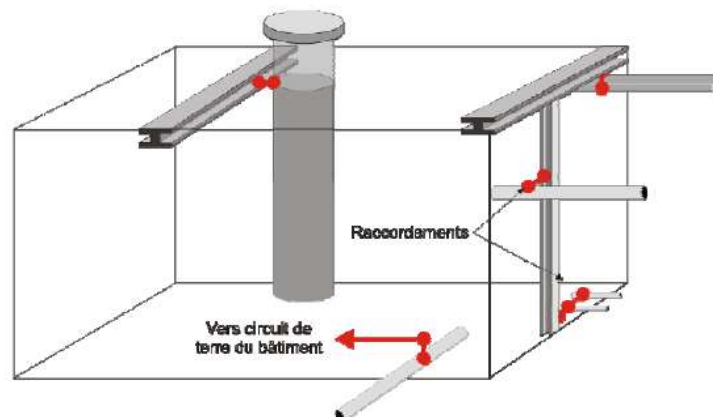
Pour limiter le phénomène des tensions de pas et de contact à proximité des descentes, le maître d'œuvre doit prévoir l'une des solutions suivantes :

- L'isolation des conducteurs de descente est assurée pour 100 kV, sous une impulsion de choc 1,2/50 μ s, 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.

Protection des canalisations métalliques entrantes

Les canalisations métalliques (eau, gaz, sprinkler...) 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



Chapitre 6 PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS

À la suite de l'analyse probabiliste du risque foudre basée sur la norme NF EN 62305-2, les conclusions de protection sur les lignes entrantes pour le projet d'entrepôt logistique sont :

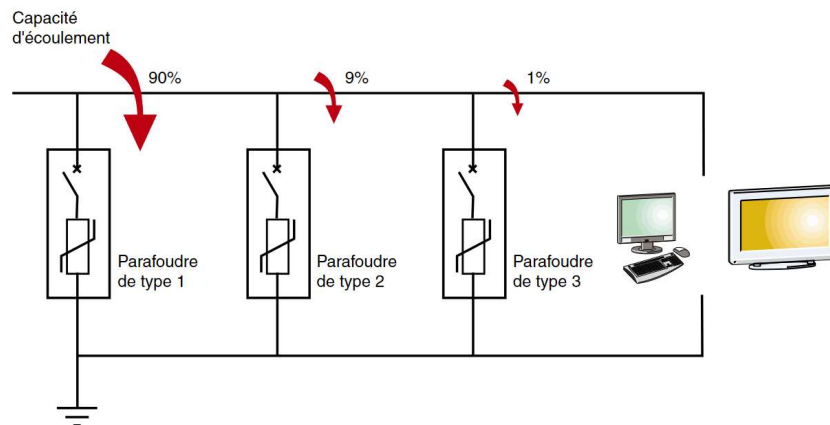
NIVEAU IV

6.1 GÉNÉRALITÉS SUR LES IIPF

La protection foudre se structure de la même façon qu'une protection disjoncteur : les parafoudres de plus forte capacité d'écoulement sont en tête d'installation et ceux qui ont des caractéristiques plus faibles sont situés dans les tableaux divisionnaires ou dans les tableaux terminaux.

Dans l'organisation de la protection foudre, on distingue donc :

- **La protection de tête** : elle est située en tête d'installation, au niveau du TGBT ou en tête des bâtiments si l'installation en comporte plusieurs.
- **La protection fine** : elle est positionnée au plus proche des récepteurs



6.2 LES DIFFÉRENTS TYPES DE PARAFOUDRES

Les parafoudres permettent de réaliser la protection de tête pour certains, ou la protection fine, et se classent de la façon suivante :

- **Les parafoudres de type 1** : avec une très forte capacité d'écoulement, ils sont destinés à la protection de tête des bâtiments équipés de paratonnerres.
- **Les parafoudres de type 2** : avec une forte capacité d'écoulement, ils servent pour la protection de tête en l'absence de paratonnerre.
- **Les parafoudres de type 1 + 2** : parafoudres qui satisfont aux essais de parafoudre de type 1 et de type 2.
- **Les parafoudres de type 3** : ils sont exclusivement réservés à la protection fine des récepteurs et s'installent derrière un type 1 ou un type 2.

6.3 PROTECTION DES COURANTS FORTS

6.3.1 DÉTERMINATIONS DES CARACTÉRISTIQUES DES PARAFOUDRES

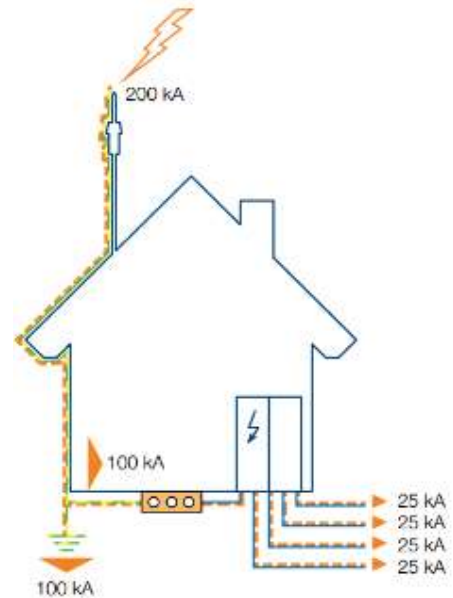
6.3.1.1 PARAFOUDRE TYPE 1

Ces parafoudres sont obligatoires étant donné la présence d'un dispositif de capture (PDA).

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 :

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

Niveau de protection	I_{imp} max (kA)
I	200
II	150
III	100
IV	

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.

Nous retenons donc les valeurs suivantes :

- **Niveau de protection : IV**
- **Nombre de lignes m : 4**

1 câble HT + 1 câble BT + 1 canalisation gaz + 1 canalisation sprinkler.

- **Nombre de pôles n : 5 (par défaut)**

Régime du neutre non défini, 5 pôles (3 phases, 1 neutre, 1PE) par câbles.

Niveau de protection	Régime de neutre	$I_{imp\ max}$	m	n
IV	Non défini	100	4	5

Niveau IV

D’où $I_{imp} = \frac{100}{2} \times \frac{1}{4 \times 5} = 2,5\ kA$

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

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

Up \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 à installer :

PARAFOUDRES TYPE 1/1+2	
Caractéristiques	Localisation
Régime à définir – type 1 I _{imp} 12,5 kA - Up \leq 2,5 kV	TGBT du site
Régime à définir – type 1+2 I _{imp} 12,5 kA - Up \leq 1,5 kV	Armoires divisionnaires (6 cellules)

6.3.1.2 PARAFONDRE TYPE 2

La protection 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 Type 2 conformément à la norme NF EN 62305-4.

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) = **4,4**
- **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 → 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 :

$$F = 4,4 \times (1,6 + (2 \times 0,5) + 0)$$

$$\text{Soit : } F = 11,44$$

Le paramètre F est donc égal à 11,44 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 ≤ 40	5
40 < F ≤ 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 $I_n = 5$ 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 : **A définir**;
- Tension maximale en régime permanent : **$U_c = A$ définir** ;
- Intensité nominale de décharge (en onde 8/20µs) : **$I_n \geq 5$ 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.

NOTA : L’installation des parafoudres de type 2 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.

PARAFODRES TYPE 2	
Caractéristiques	Localisation
Régime à définir - Mono 230V In 5kA – I _{max} 10 kA - U _p ≤ 1,5 kV	Centrale incendie
Régime du neutre à définir In 5kA – I _{max} 10kA - U _p ≤ 1,5 kV	TD Sprinkler
Régime du neutre à définir In 5kA – I _{max} 10kA - U _p ≤ 1,5 kV	TD Onduleurs
Régime du neutre à définir In 5kA – I _{max} 10kA - U _p ≤ 1,5 kV	TD Chaufferie (détection gaz)
Régime du neutre à définir In 5kA – I _{max} 10kA - U _p ≤ 1,5 kV	TD Poste de garde
Régime du neutre à définir In 5kA – I _{max} 10kA - U _p ≤ 1,5 kV	TD Local de charge

- **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.
- **NOTA** : Les parafoudres photovoltaïques seront sous la responsabilité du fabricant.

6.3.2 RACCORDEMENT

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

En cas de coup de foudre, l'impédance des câbles électriques augmente de façon importante (l'impédance du circuit croît également avec sa longueur). La loi d'ohm nous impose $U = Zi$ et, en cas de coup de foudre, i est très grand.

Ainsi la longueur L1, L2 et L3 de la règle des «50 cm » impactent 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 (L1+L2+L3)**.

La règle s'applique à la portion de circuit empruntée exclusivement par le courant de foudre. Lorsque la longueur de celle-ci est supérieure à 50 cm, la surtension transitoire devient trop importante et risque d'endommager les récepteurs.

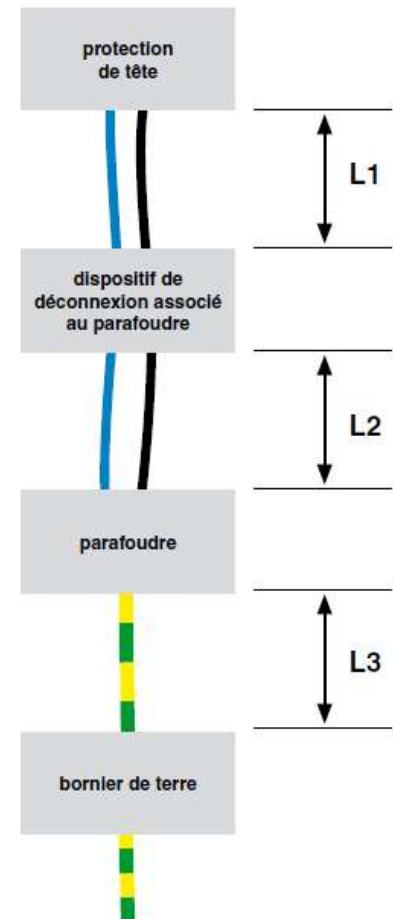
La mise en œuvre doit être réalisée conformément au guide UTE C 15-443.

6.3.3 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.



6.4 PROTECTION DES COURANTS FAIBLES

Les parafoudres « courants faibles » seront conformes, entre autres, à la norme : 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.

PARAFONDRES TÉLÉPHONIQUES	
Caractéristiques	Localisation
<i>A déterminer</i>	Répartiteur téléphonique

Une protection par parafoudre spécifique aux lignes téléphoniques devra être installée.

Le parafoudre sera choisi en fonction de la connectique requise, du niveau de tension du signal, du débit de transmission ou de la bande de fréquence.

Pour ce faire, le maître d'ouvrage devra transmettre 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.

Chapitre 7 PRÉVENTION DU PHÉNOMÈNE ORAGEUX

7.1 PROTECTION CONTRE LES TENSIONS 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 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.

Des pancartes d'avertissement interdisant l'approche à moins de 3 mètres en cas d'orage seront installées sur chaque descente.

7.2 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.

Une mise en place de procédure spécifique de prévention à l'approche d'un orage est nécessaire afin d'informer le personnel sur les risques de foudroiement direct et indirect, c'est-à-dire :

- **Ne pas intervenir en toiture ;**
- **Ne pas intervenir sur les installations électriques BT, courants faibles et télécommunications.**

7.3 PROCÉDURE

Le danger est effectif lorsque l’orage est proche et, par conséquent, la sécurité des personnes en période d’orage doit être garantie.

Les personnels doivent être informés du risque consécutif soit à un foudroiement direct, soit à un foudroiement rapproché :

- Un homme en toiture représente un pôle d’attraction ;
- Lorsque le terrain est dégagé à environ 15 mètres du bâtiment ou d’un pylône d’éclairage par exemple, il y a risque de foudroiement direct ou risque de choc électrique par tension de pas ;
- Toute intervention sur un réseau électrique (même un réseau de capteurs) présente des risques importants de choc électrique par surtensions induites.

Les formations, les procédures, les instructions lors des permis de feu ou de travail doivent par conséquent informer ou rappeler ce risque.

En période d’orage proche, on ne doit pas :

- Entreprendre de tournée d’inspection ;
- Travailler en hauteur ;
- Rester dans les endroits dégagés ou à risques ;
- Travailler sur le réseau électrique.

Chapitre 8 RÉALISATION DES TRAVAUX

L'objectif principal de l'installation du Système de Protection contre la Foudre (SPF) est de mettre en place une protection globale contre la foudre de façon à réduire le risque pour la structure protégée à un niveau fixé par l'Analyse du Risque Foudre (ARF).

Pour cela, il convient d'installer conformément aux normes les protections définies dans l'Étude Technique (ET).

Un autre objectif de l'installation est de garantir le bon fonctionnement de la protection. En effet, l'efficacité des protections contre la foudre est liée pour une partie importante à la bonne installation des produits. Ainsi, la longueur, le cheminement, et l'environnement immédiat des câbles de connexion des produits interviennent dans l'efficacité de la protection.

C'est pourquoi la norme NF C 62305-3 précise que pour être un concepteur/installateur spécialisé, il est nécessaire de connaître les normes et d'avoir plusieurs années d'expérience.

Pour s'en assurer, l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié impose que l'installateur doit être reconnu compétent et doit être réalisée par une société spécialisée et agréée :



« Installation de paratonnerres et parafoudres ».

L'entreprise devra fournir son attestation à la remise de son offre.

La marque  :

La marque QUALIFOUDRE identifie les sociétés compétentes dans le domaine de la foudre. Il est attribué 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 19 juillet 2011 (JOE du 5 août 2011).

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 VÉRIFICATIONS 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 équipotentielles ;
- 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'Étude 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 VÉRIFICATION SUPPLÉMENTAIRE

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

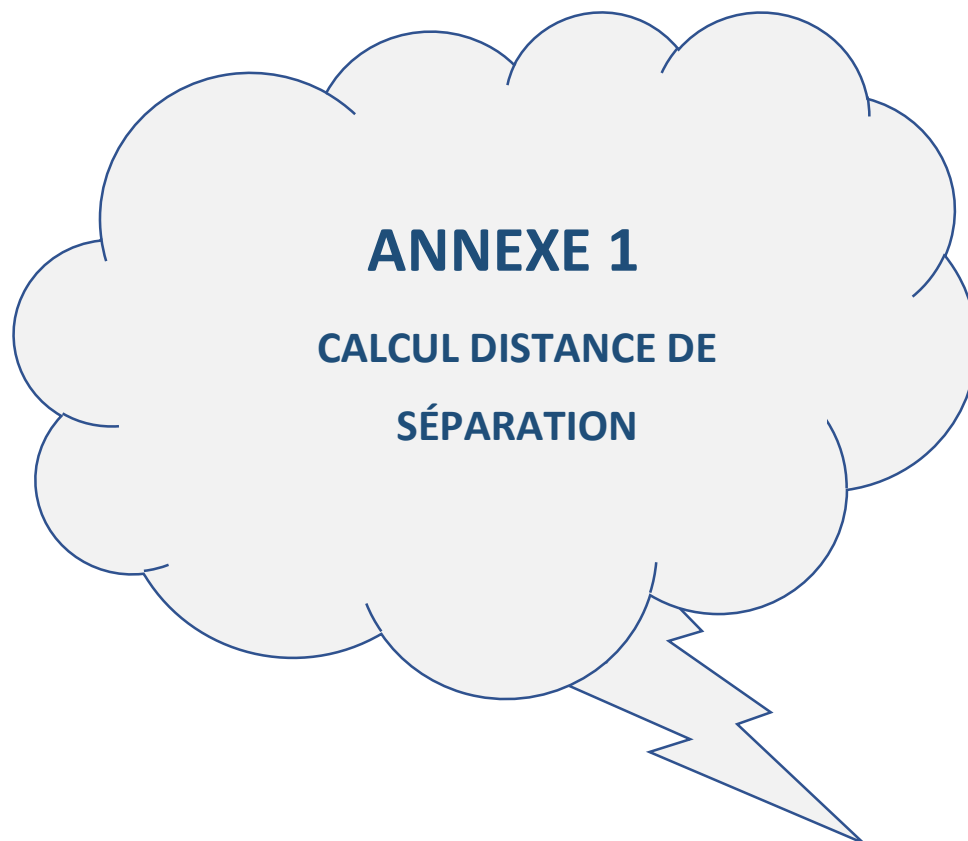
9.4 MAINTENANCE

Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts dans le système de protection contre la foudre, celle-ci est réalisée dans un délai maximum d'un mois. Ces interventions seront enregistrées dans le **Carnet de Bord** Qualifoudre (rubrique → Historique de l'installation de protection foudre).

Chapitre 10 BILAN DES TRAVAUX À RÉALISER

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

	PROTECTION EFFETS DIRECTS	PROTECTION EFFETS INDIRECTS
ENTREPÔT LOGISTIQUE	<p><u>Dispositif de capture</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mise en place de 6 PDA testables ; ➤ Avance à l'amorçage (Δt) : 60 μs ; ➤ Hauteur installation 5 m ; ➤ Niveau de protection : IV (ICPE) ; ➤ Rayon de protection : 64 m. <p><u>Circuits de descente</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Réalisation de 8 circuits de descente ; ➤ Mise en place d'un compteur de coups de foudre / joint de contrôle / gaine de protection / pancarte d'avertissement ; ➤ Respect des distances de séparation. <p><u>Prises de terre</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Création de 8 prises de terre type A ; ➤ Mise en place de regards de visite au pieds des descentes ; ➤ Interconnexion des PDT au réseau de terre des masses du site. 	<p><u>Parafoudres type 1</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ TGBT. <p><u>Parafoudres type 1+2</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Armoires divisionnaires (6 cellules). <p><u>Parafoudres type 2</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Détection incendie ; ➤ Sprinkler ; ➤ Onduleurs/Informatique ; ➤ Chaufferie (détection gaz) ; ➤ Poste de garde ; ➤ Local de charge. <p><u>Parafoudres Lignes télécom</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ A déterminer. <p><u>Canalisations entrantes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Gaz ; ➤ Sprinkler.



Distance de séparation :

La distance de séparation est la distance minimale pour laquelle il n'y a pas de formation d'étincelle dangereuse entre un conducteur de descente et une masse conductrice voisine.

Conformément à la norme NF EN 62-305, l'équation générale pour le calcul de « s » est la suivante :

$$s = \frac{k_i}{k_m} \times k_c \times l$$

- k_i dépend du niveau de protection choisi. La valeur de k_i retenue est donnée dans le Tableau 10 de la norme NF EN 62-305 :

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

- k_m dépend du matériau d'isolation électrique. La valeur de k_m retenue est donnée dans le Tableau 11 de la norme NF EN 62-305 :

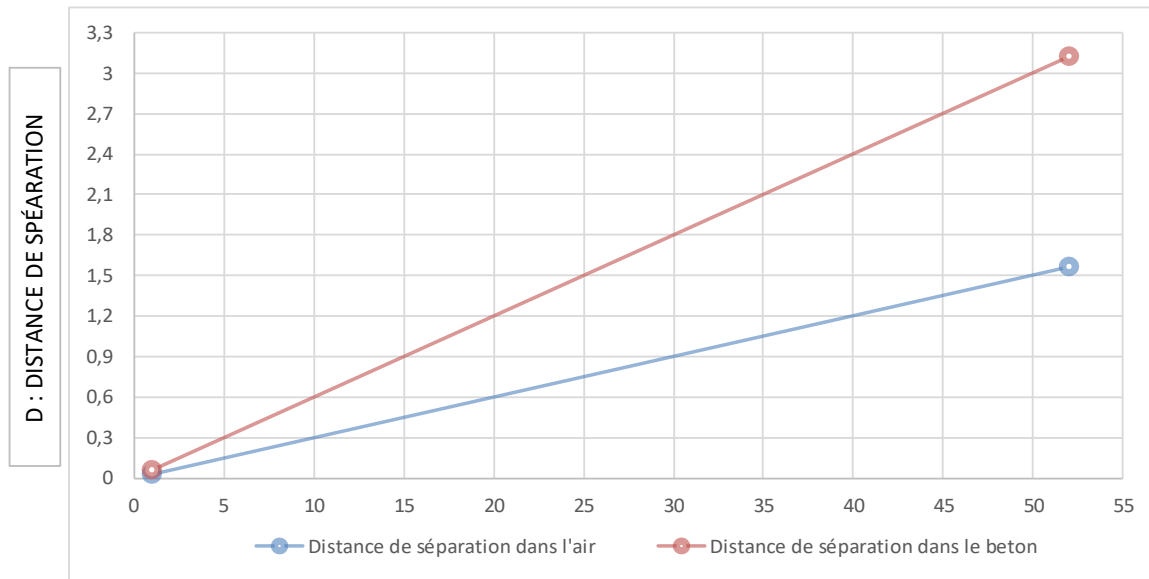
Matériau	k_m
Air	1
Béton, briques	0,5

- k_c dépend du courant de foudre qui s'écoule dans les conducteurs de descente et de terre. La valeur de k_c retenue est donnée dans le Tableau 12 de la norme NF EN 62-305 :

Nombre de conducteurs de descente n	k_c
1	1
2	0,75
3	0,60
4 et plus	0,41

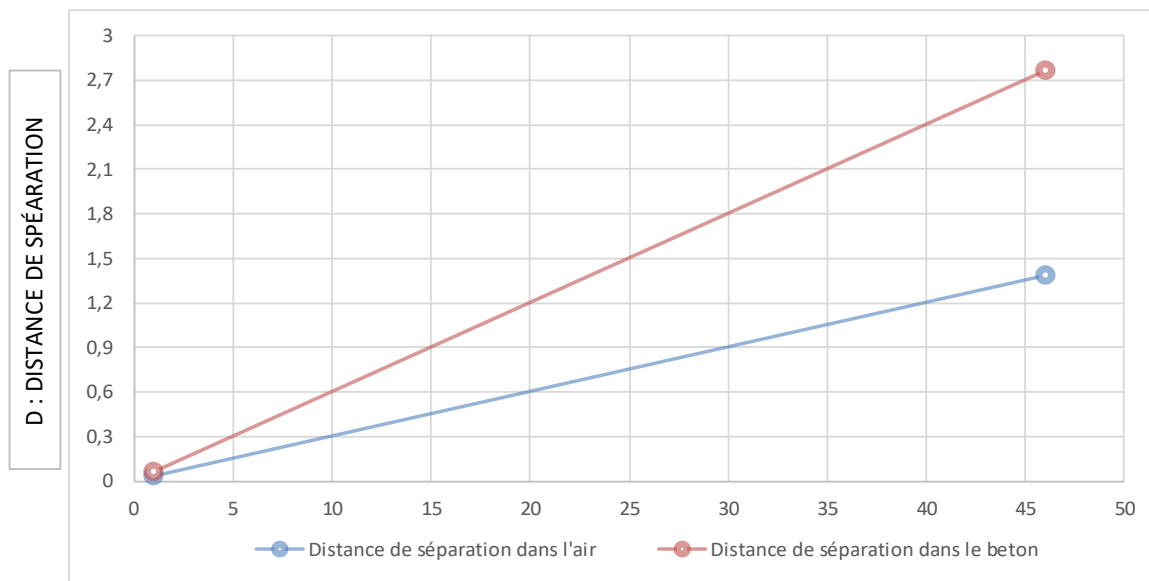
- l est la longueur, en mètres, le long des dispositifs de capture et des conducteurs de descente entre le point où la distance de séparation est prise en considération et le point de la liaison équipotentielle la plus proche.

CALCUL DISTANCE SÉPARATION PDA 1/5																			
Dénomination	coef	valeurs à encoder																	
Coefficient k_i																			
dépend du type de SPF choisi: coefficient d' <u>induction</u>	$k_i =$	0,04																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Niveau de protection</th> <th>k_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">I</td> <td align="center">0,08</td> </tr> <tr> <td align="center">II</td> <td align="center">0,06</td> </tr> <tr> <td align="center">III et IV</td> <td align="center">0,04</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau de protection	k_i	I	0,08	II	0,06	III et IV	0,04											
Niveau de protection	k_i																		
I	0,08																		
II	0,06																		
III et IV	0,04																		
Coefficient k_c																			
Calcul de k_c si terre type A	$k_c =$	0,75																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de conducteurs de descente n</th> <th colspan="2">k_c</th> </tr> <tr> <th>Disposition de terre de type A1 ou A2</th> <th>Disposition de terre de type B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">1</td> <td align="center">1</td> <td align="center">1</td> </tr> <tr> <td align="center">2</td> <td align="center">0,75 ^{a)}</td> <td align="center">1... 0,5 ^{a)}</td> </tr> <tr> <td align="center">3</td> <td align="center">0,60 ^{b,c)}</td> <td align="center">1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> <tr> <td align="center">4 et plus</td> <td align="center">0,41 ^{b,c)}</td> <td align="center">1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">a) Voir l'Annexe E b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées. c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$.</p> <p style="font-size: x-small;">NOTE D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.</p>	Nombre de conducteurs de descente n	k_c		Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B	1	1	1	2	0,75 ^{a)}	1... 0,5 ^{a)}	3	0,60 ^{b,c)}	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}	4 et plus	0,41 ^{b,c)}	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}		
Nombre de conducteurs de descente n		k_c																	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B																	
1	1	1																	
2	0,75 ^{a)}	1... 0,5 ^{a)}																	
3	0,60 ^{b,c)}	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
4 et plus	0,41 ^{b,c)}	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
Coefficient k_m																			
Dépend du matériau de séparation: coefficient lié au <u>matériau</u>																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Matériau</th> <th>k_m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">Air</td> <td align="center">1</td> </tr> <tr> <td align="center">Béton, briques</td> <td align="center">0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Matériau	k_m	Air	1	Béton, briques	0,5													
Matériau	k_m																		
Air	1																		
Béton, briques	0,5																		
Coefficient l																			
Distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie et la ceinture équipotentielle la plus proche.	$l =$	52																	
Calcul de s																			
	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$																		
Distance maximale (en mètre) à respecter dans l'AIR	$s =$	1,560																	
Distance maximale (en mètre) à respecter dans le BÉTON	$s =$	3,120																	



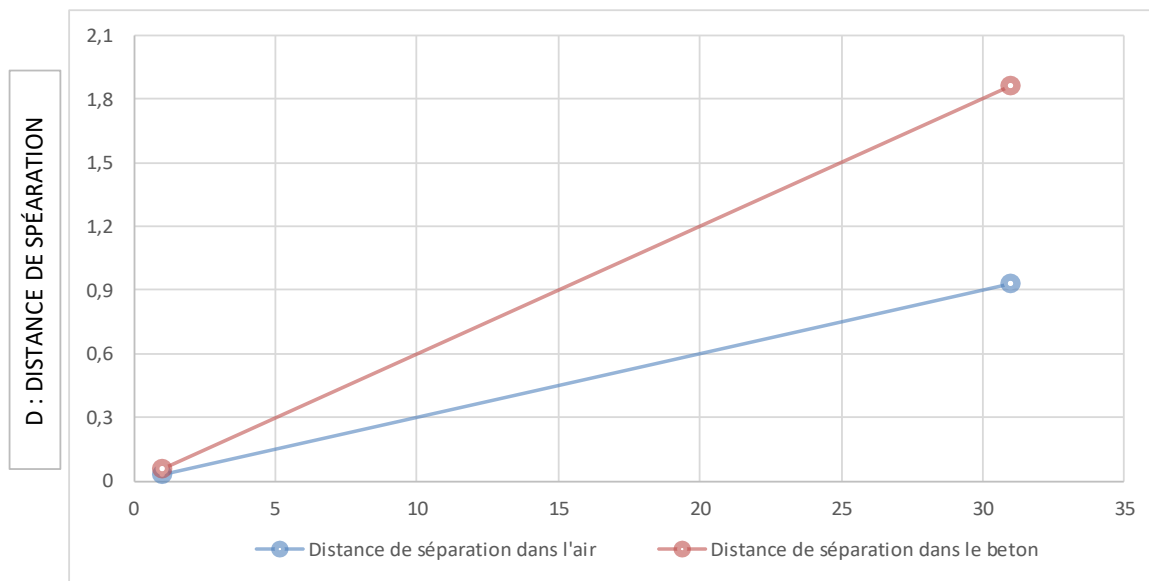
L : LONGUEUR DU PARATONNERRE À LA PRISE DE TERRE

CALCUL DISTANCE SÉPARATION PDA 2																			
Dénomination	coef	valeurs à encoder																	
Coefficient k_i																			
dépend du type de SPF choisi: coefficient d'induction	$k_i =$	0,04																	
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Niveau de protection</th> <th>k_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>0,08</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>III et IV</td> <td>0,04</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau de protection	k_i	I	0,08	II	0,06	III et IV	0,04											
Niveau de protection	k_i																		
I	0,08																		
II	0,06																		
III et IV	0,04																		
Coefficient k_c																			
Calcul de k_c si terre type A	$k_c =$	0,75																	
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de conducteurs de descente n</th> <th colspan="2">k_c</th> </tr> <tr> <th>Disposition de terre de type A1 ou A2</th> <th>Disposition de terre de type B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,75 a)</td> <td>1... 0,5 a)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,60 b,c)</td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)</td> </tr> <tr> <td>4 et plus</td> <td>0,41 b,c)</td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">a) Voir l'Annexe E b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées. c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$.</p> <p style="font-size: x-small;">NOTE D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.</p>	Nombre de conducteurs de descente n	k_c		Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B	1	1	1	2	0,75 a)	1... 0,5 a)	3	0,60 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)	4 et plus	0,41 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)		
Nombre de conducteurs de descente n		k_c																	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B																	
1	1	1																	
2	0,75 a)	1... 0,5 a)																	
3	0,60 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)																	
4 et plus	0,41 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)																	
Coefficient k_m																			
Dépend du matériau de séparation: coefficient lié au matériau																			
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Matériau</th> <th>k_m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Air</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Béton, briques</td> <td>0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Matériau	k_m	Air	1	Béton, briques	0,5													
Matériau	k_m																		
Air	1																		
Béton, briques	0,5																		
Coefficient l																			
Distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie et la ceinture équipotentielle la plus proche.	$l =$	46																	
Calcul de s																			
	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$																		
Distance maximale (en mètre) à respecter dans l'AIR	$s =$	1,380																	
Distance maximale (en mètre) à respecter dans le BÉTON	$s =$	2,760																	



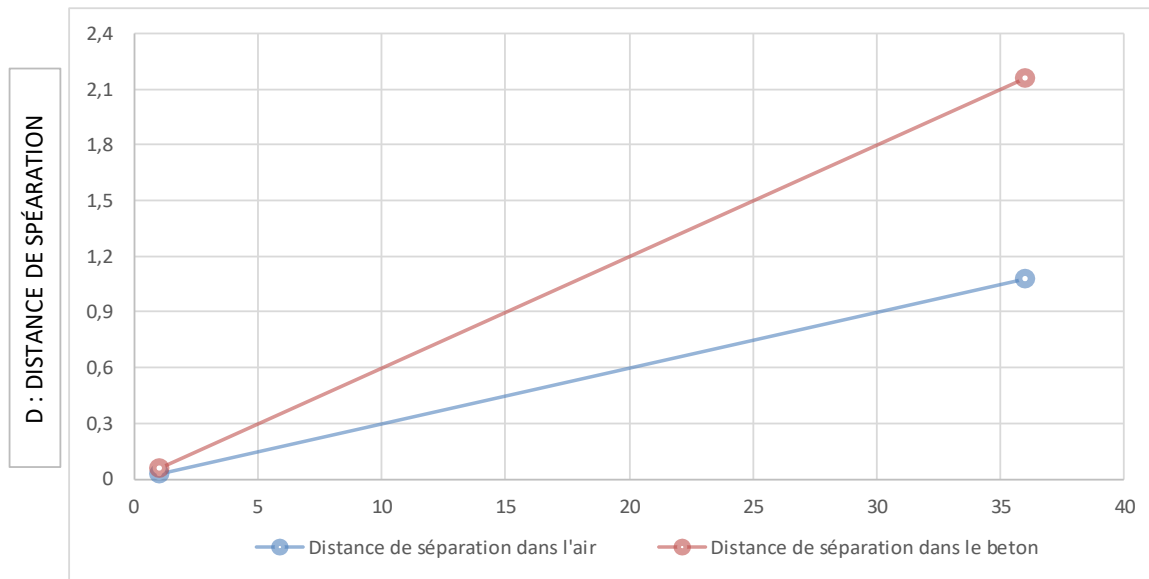
L : LONGUEUR DU PARATONNERRE À LA PRISE DE TERRE

CALCUL DISTANCE SÉPARATION PDA 3																			
Dénomination	coef	valeurs à encoder																	
Coefficient k_i																			
dépend du type de SPF choisi: coefficient d'induction	$k_i =$	0,04																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Niveau de protection</th> <th>k_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>0,08</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>III et IV</td> <td>0,04</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau de protection	k_i	I	0,08	II	0,06	III et IV	0,04											
Niveau de protection	k_i																		
I	0,08																		
II	0,06																		
III et IV	0,04																		
Coefficient k_c																			
Calcul de k_c si terre type A	$k_c =$	0,75																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de conducteurs de descente n</th> <th colspan="2">k_c</th> </tr> <tr> <th>Disposition de terre de type A1 ou A2</th> <th>Disposition de terre de type B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,75 a)</td> <td>1... 0,5 a)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,60 b,c)</td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)</td> </tr> <tr> <td>4 et plus</td> <td>0,41 b,c)</td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">a) Voir l'Annexe E b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées. c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$.</p> <p style="font-size: x-small;">NOTE D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.</p>	Nombre de conducteurs de descente n	k_c		Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B	1	1	1	2	0,75 a)	1... 0,5 a)	3	0,60 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)	4 et plus	0,41 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)		
Nombre de conducteurs de descente n		k_c																	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B																	
1	1	1																	
2	0,75 a)	1... 0,5 a)																	
3	0,60 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)																	
4 et plus	0,41 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)																	
Coefficient k_m																			
Dépend du matériau de séparation: coefficient lié au matériau																			
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Matériau</th> <th>k_m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Air</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Béton, briques</td> <td>0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Matériau	k_m	Air	1	Béton, briques	0,5													
Matériau	k_m																		
Air	1																		
Béton, briques	0,5																		
Coefficient l																			
Distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie et la ceinture équipotentielle la plus proche.	$l =$	31																	
Calcul de s																			
	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$																		
Distance maximale (en mètre) à respecter dans l'AIR	$s =$	0,930																	
Distance maximale (en mètre) à respecter dans le BÉTON	$s =$	1,860																	



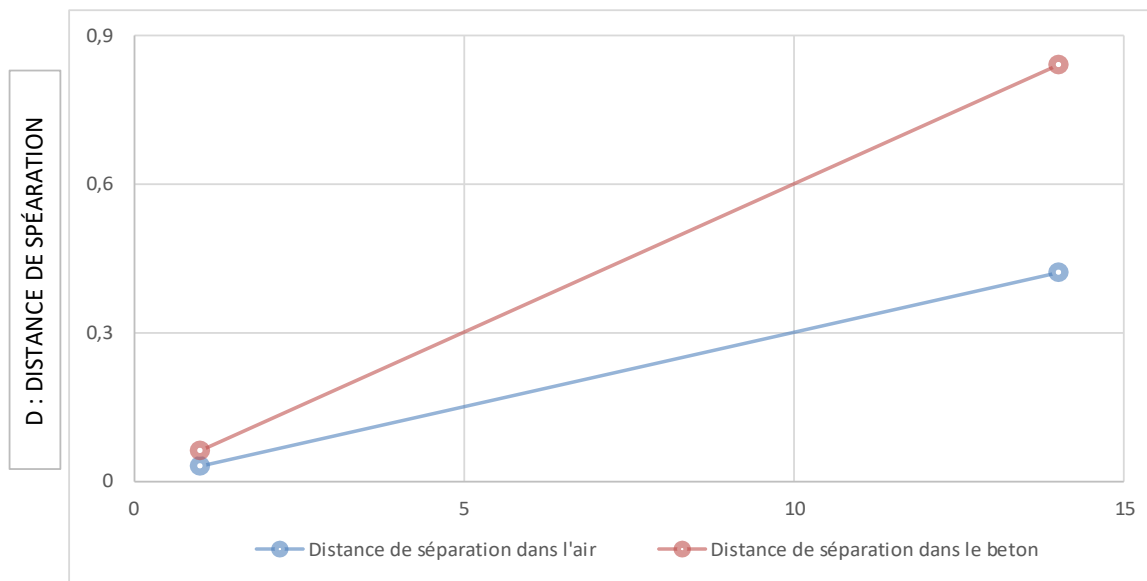
L : LONGUEUR DU PARATONNERRE À LA PRISE DE TERRE

CALCUL DISTANCE SÉPARATION PDA 4																			
Dénomination	coef	valeurs à encoder																	
Coefficient k_i																			
dépend du type de SPF choisi: coefficient d'induction	$k_i =$	0,04																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Niveau de protection</th> <th>k_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>0,08</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>III et IV</td> <td>0,04</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau de protection	k_i	I	0,08	II	0,06	III et IV	0,04											
Niveau de protection	k_i																		
I	0,08																		
II	0,06																		
III et IV	0,04																		
Coefficient k_c																			
Calcul de k_c si terre type A	$k_c =$	0,75																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de conducteurs de descente n</th> <th colspan="2">k_c</th> </tr> <tr> <th>Disposition de terre de type A1 ou A2</th> <th>Disposition de terre de type B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,75 a)</td> <td>1... 0,5 a)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,60 b,c)</td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)</td> </tr> <tr> <td>4 et plus</td> <td>0,41 b,c)</td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">a) Voir l'Annexe E b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées. c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$.</p> <p style="font-size: x-small;">NOTE D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.</p>	Nombre de conducteurs de descente n	k_c		Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B	1	1	1	2	0,75 a)	1... 0,5 a)	3	0,60 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)	4 et plus	0,41 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)		
Nombre de conducteurs de descente n		k_c																	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B																	
1	1	1																	
2	0,75 a)	1... 0,5 a)																	
3	0,60 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)																	
4 et plus	0,41 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)																	
Coefficient k_m																			
Dépend du matériau de séparation: coefficient lié au matériau																			
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Matériau</th> <th>k_m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Air</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Béton, briques</td> <td>0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Matériau	k_m	Air	1	Béton, briques	0,5													
Matériau	k_m																		
Air	1																		
Béton, briques	0,5																		
Coefficient l																			
Distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie la ceinture équipotentielle la plus proche.	$l =$	36																	
Calcul de s																			
	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$																		
Distance maximale (en mètre) à respecter dans l'AIR	$s =$	1,080																	
Distance maximale (en mètre) à respecter dans le BÉTON	$s =$	2,160																	



L : LONGUEUR DU PARATONNERRE À LA PRISE DE TERRE

CALCUL DISTANCE SÉPARATION PDA 6																			
Dénomination	coef	valeurs à encoder																	
Coefficient k_i																			
dépend du type de SPF choisi: coefficient d' <u>induction</u>	$k_i =$	0,04																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Niveau de protection</th> <th>k_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>0,08</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>III et IV</td> <td>0,04</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau de protection	k_i	I	0,08	II	0,06	III et IV	0,04											
Niveau de protection	k_i																		
I	0,08																		
II	0,06																		
III et IV	0,04																		
Coefficient k_c																			
Calcul de k_c si terre type A	$k_c =$	0,75																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de conducteurs de descente n</th> <th colspan="2">k_c</th> </tr> <tr> <th>Disposition de terre de type A1 ou A2</th> <th>Disposition de terre de type B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,75 a)</td> <td>1... 0,5 a)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,60 b,c)</td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)</td> </tr> <tr> <td>4 et plus</td> <td>0,41 b,c)</td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)</td> </tr> </tbody> </table> <p>a) Voir l'Annexe E b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées. c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$.</p> <p>NOTE : D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.</p>	Nombre de conducteurs de descente n	k_c		Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B	1	1	1	2	0,75 a)	1... 0,5 a)	3	0,60 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)	4 et plus	0,41 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)		
Nombre de conducteurs de descente n		k_c																	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B																	
1	1	1																	
2	0,75 a)	1... 0,5 a)																	
3	0,60 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)																	
4 et plus	0,41 b,c)	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)																	
Coefficient k_m																			
Dépend du matériau de séparation: coefficient lié au <u>matériau</u>																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Matériau</th> <th>k_m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Air</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Béton, briques</td> <td>0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Matériau	k_m	Air	1	Béton, briques	0,5													
Matériau	k_m																		
Air	1																		
Béton, briques	0,5																		
Coefficient l																			
Distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie et la ceinture équipotentielle la plus proche.	$l =$	14																	
Calcul de s																			
	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$																		
Distance maximale (en mètre) à respecter dans l' AIR	$s =$	0,420																	
Distance maximale (en mètre) à respecter dans le BÉTON	$s =$	0,840																	





L : LONGUEUR DU PARATONNERRE À LA PRISE DE TERRE



NOTICE DE VÉRIFICATION & MAINTENANCE

B27 – PROJET D’ENTREPÔT LOGISTIQUE TRANGE (72)

Adresse du site :		PROJET D’ENTREPÔT LOGISTIQUE Secteur de l’Etoile III – Rue Pégase 72360 TRANGE	
Date de l’intervention :		Etude sur plans	
Rédigé par : Date : 29/06/2022		Zakari YAHIAOUI Chargé d’études Qualifoudre N1 04 28 29 64 58 z.yahiaoui@1g-group.com	
Validé par : Date : 30/06/2022		Benoît CHAILLOT Responsable BET Qualifoudre N3 – n°19005 07 67 21 96 34 b.chaillot@1g-group.com	

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
01/07/2022	A	Première diffusion

La reproduction de ce rapport n’est autorisée que sous sa forme intégrale. Le seul rapport faisant foi est le rapport envoyé par **1G FOUORE**.

Chapitre 1 ORDRE DES VÉRIFICATIONS

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 et NF C 17102 ;
- 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.

Remarques :

Si la valeur de la résistance globale de la prise de terre excède 10Ω , 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 rocailloux, il convient de se conformer au chapitre E.5.4.3.5 de la norme NF EN 62305. La valeur de 10Ω n'est pas applicable dans ce cas.

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.

Chapitre 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 systèmes critiques (année)
I et II	1	2	1
III et IV	2	4	1

NOTE Pour les structures avec risque d'explosion, une inspection complète est suggérée tous les 6 mois. Il convient d'effectuer des essais 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.

Tableau 1 : 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 ce cas, l'arrêté du 19 juillet 2011 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

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 ;
- Reprise des fixations 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.





Chapitre 3 DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE

3.1 INSTALLATIONS EXTÉRIEURES DE PROTECTION Foudre (IEPF)

3.1.1 Plan d'implantation du PDA



Implantation des paratonnerres, conducteurs de descente et prises de terre.

Légende :			
	Position des paratonnerres à installer		Rayon de protections de 64 m
	Conducteur de descente à créer		Prise de terre à créer

3.1.2 Caractéristiques des dispositifs de capture

	Avance à l'amorçage Δt	Hauteur d'installation	Niveau de protection	Rayon de protection	Distance de séparation
PDA 1/5	60 μ s	5 m	IV (ICPE)	64 m	1,56 m
PDA 2	60 μ s	5 m	IV (ICPE)	64 m	1,38 m
PDA 3	60 μ s	5 m	IV (ICPE)	64 m	0,93 m
PDA 4	60 μ s	5 m	IV (ICPE)	64 m	1,08 m
PDA 6	60 μ s	5 m	IV (ICPE)	64 m	0,42 m

3.2 INSTALLATIONS INTÉRIEURES DE PROTECTION FOUFRE (IIPF)

3.2.1 Caractéristiques des parafoudres à vérifier


PARAFOUDRES TYPE 1/1+2	
Caractéristiques	Localisation
Régime à définir – type 1 I _{imp} 12,5 kA - U _p ≤ 2,5 kV	TGBT du site
Régime à définir – type 1+2 I _{imp} 12,5 kA - U _p ≤ 1,5 kV	Armoires divisionnaires (6 cellules)

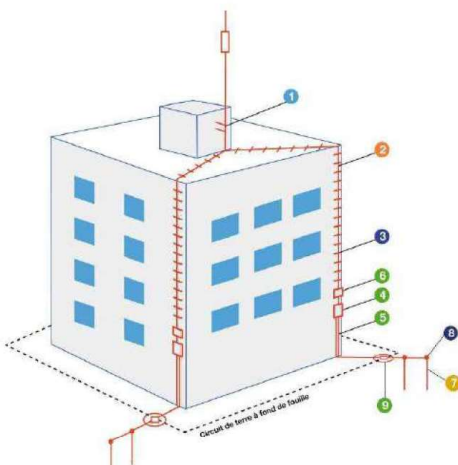
PARAFOUDRES TYPE 2	
Caractéristiques	Localisation
Régime à définir - Mono 230V I _n 5kA – I _{max} 10 kA U _p ≤ 1,5 kV	Centrale incendie
Régime du neutre à définir I _n 5kA – I _{max} 10kA - U _p ≤ 1,5 kV	TD Sprinkler
Régime du neutre à définir I _n 5kA – I _{max} 10kA - U _p ≤ 1,5 kV	TD Onduleurs
Régime du neutre à définir I _n 5kA – I _{max} 10kA - U _p ≤ 1,5 kV	TD Chaufferie (détection gaz)
Régime du neutre à définir I _n 5kA – I _{max} 10kA - U _p ≤ 1,5 kV	TD Poste de garde
Régime du neutre à définir I _n 5kA – I _{max} 10kA - U _p ≤ 1,5 kV	TD Local de charge

PARAFOUDRES TÉLÉPHONIQUES	
Caractéristiques	Localisation
<i>A déterminer</i>	Répartiteur téléphonique

Chapitre 4 NOTICE DE VÉRIFICATION

4.1 NOTICES DE VÉRIFICATION DES PDA

FICHE CONTROLE PDA	
Numéro du PDA :	
BATIMENT PROTEGE : <input style="width: 300px; height: 20px;" type="text"/>	
	
CARACTERISTIQUES PDA	
Modèle :	
Marque :	
Hauteur du mât :	
Avance à l'amorçage:	
Testable à distance : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Résultat du test de la tête : Positif <input type="checkbox"/> Négatif <input type="checkbox"/>
Nombre de conducteur de descente :	
Niveau de protection : <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV	
Rayon de protection : (m)	
<input checked="" 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 du mât du paratonnerre :	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non-conforme
Etat des ancrages :	<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



Cercles de terre à l'extérieur de l'ouvrage



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 équipotentielles 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


Présence du piquet de terre :

Conforme Non-conforme

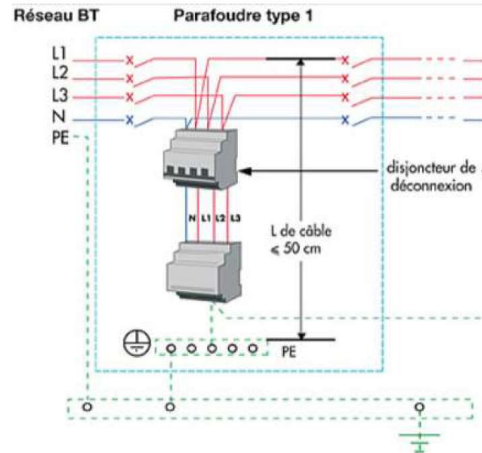
RESULTAT DE LA VERIFICATION :

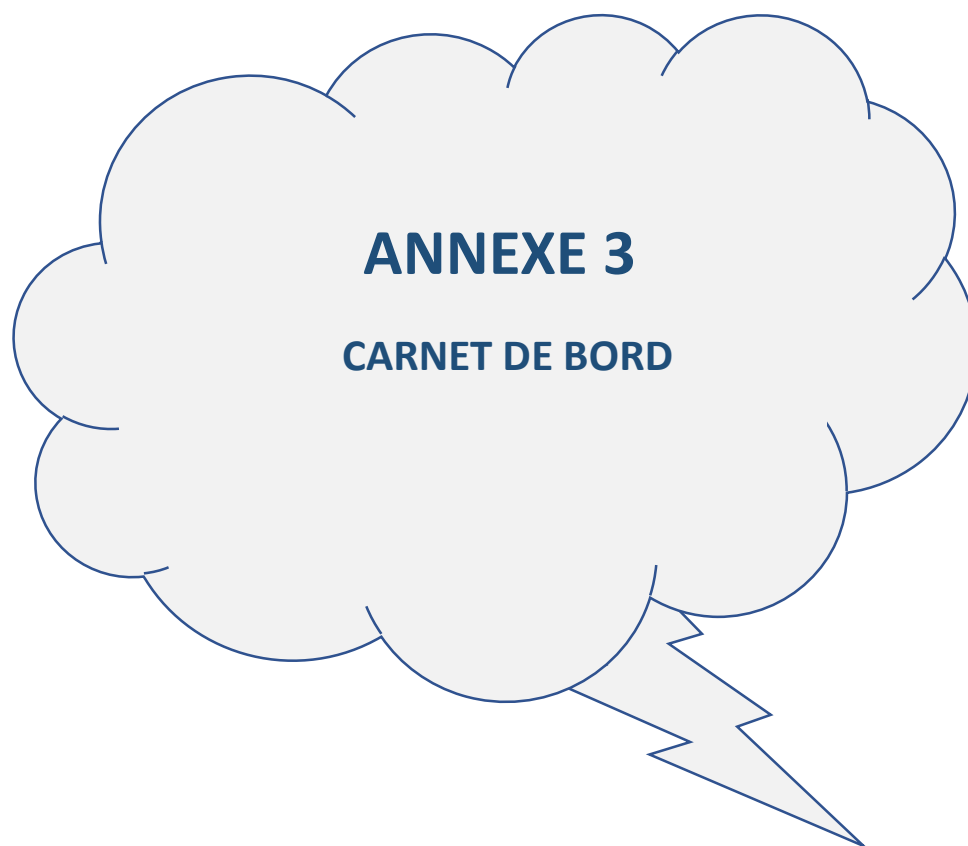
ACTIONS CORRECTIVES :

4.2 NOTICE DE VÉRIFICATION DES PARAFOUDRES

FICHE CONTROLE PARAFOUDRE	
Nom de l'armoire :	Photos :
EQUIPEMENTS PROTEGES :	
	
CARACTERISTIQUES PARAFOUDRES	
Régime de Neutre :	
Marque :	
<input type="checkbox"/> Tétra <input type="checkbox"/> Tri <input type="checkbox"/> Mono	
<input type="checkbox"/> Type 1 <input type="checkbox"/> Type 3 <input type="checkbox"/> Type 2	
Up :kV	
Uc :V	
Pour type 1 : <i>I</i> _{imp} :kA	
Pour type 2 ou 3 : <i>I</i> _n :kA <i>I</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 :	





Chapitre 5 CARNET DE BORD

INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

CARNET DE BORD

Raison sociale : PROJET D'ENTREPÔT LOGISTIQUE

Adresse de l'Établissement : Secteur de l'Etoile III – Rue Pégase
72360 TRANGE

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

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

RENSEIGNEMENTS SUR L'ÉTABLISSEMENT

Nature de l'activité :

.....

N° de classification INSEE :

.....

Classement de l'Établissement : { À la date duType :.....Catégorie :.....
À la date duType :.....Catégorie :.....
À la date duType :.....Catégorie :.....

Pouvoirs publics exerçant le contrôle de l'établissement :

Inspection du travail :
.....
.....

Commission de sécurité :
.....
.....

DRIEE (Ile de France)
ou DREAL (hors Ile de France)
.....

PERSONNES RESPONSABLES DE LA SURVEILLANCE DES INSTALLATIONS

NOM	QUALITÉ	DATE D'ENTRÉE EN FONCTION

HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION Foudre

1 - ANALYSE DU RISQUE Foudre

DATE	INTITULÉ DU RAPPORT	SOCIÉTÉ	RÉDACTEUR
28/06/2022	1GF1196	1G Foudre	Z. YAHIAOUI

2- ÉTUDE TECHNIQUE Foudre

DATE	INTITULÉ DU RAPPORT	SOCIÉTÉ	RÉDACTEUR
29/06/2022	1GF1197	1G Foudre	Z. YAHIAOUI

3 – TRAVAUX RÉALISÉS

DATE	INTITULÉ DU RAPPORT	SOCIÉTÉ	RÉDACTEUR

HISTORIQUE DES VÉRIFICATIONS PÉRIODIQUES

DATE	INTITULÉ DU RAPPORT	SOCIÉTÉ	RÉDACTEUR