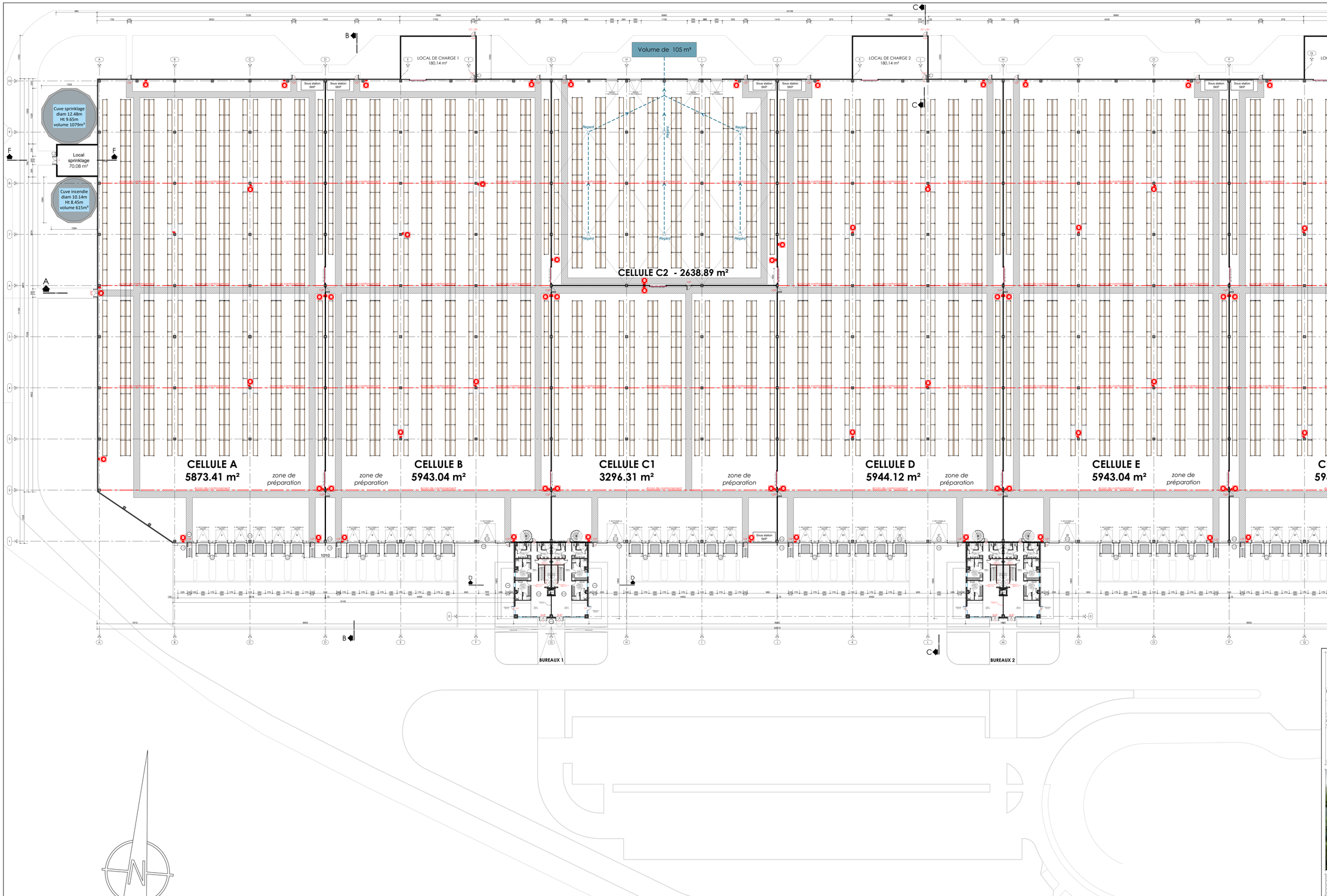
Pièce n°22

Plan d'intérieur / Plan de stockage



PITCH IMMO

PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE PLATEFORME LOGISTIQUE	Janvier 2022
DOSSIER DE DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE	DPC
MOA : PITCH IMMO Foncier : Parc des Activités des Estuaires - Avenue Lavoisier - 44 590 DERVAL Cadastre Section 000 XW parcelles n° 152 & 153	1/250
PLAN DU REZ DE CHAUSSEE	Annexe a
Dessiné par: Philippe F. Vérifié par : Sylvain L. Date feuille: 31-01-2022 Indice:	PRO

Révision: Numéro. Date. Description.
R.01
R.02
R.03
R.04

SARL François de LA SERRE ARCHITECTE D.P.L.G.
5 rue Françoise GIVERNE - 35207 Rennes cedex - 4700 RENNES - Tél.: 02.23.40.14.23 - Fax.: 02.23.40.14.41 - Email: contact@delaserre.fr

Signature de Maître d'oeuvre

François de LA SERRE Diplômé
ARCHITECTE D.P.L.G.
5 Rue Françoise GIVERNE - 35207 RENNES Cedex
Tél. : 02 23 40 14 23 - Fax : 02 23 40 14 41
Mobile : 06 80 40 40 40

Signature de Maître d'ouvrage

Pièce n°23

Rapports FLUMilog

FLUM*ilog*

Interface graphique v.5.4.0.3

Outil de calculV5.52

Flux Thermiques
Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	**VT**
Société :	**axe**
Nom du Projet :	**A_1510_1638882430**
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	**07/12/2021 à14:02:39avec l'interface graphique v. 5.4.0.3**
Date de création du fichier de résultats :	**7/12/21**

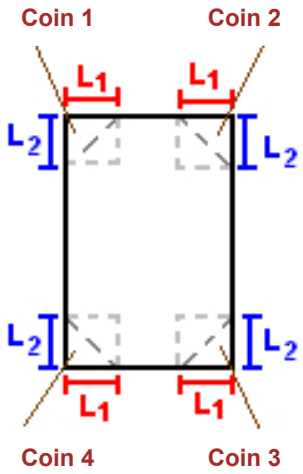
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

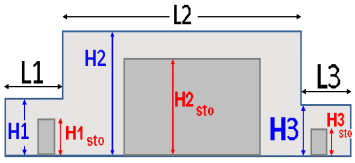
Hauteur de la cible : 1,8 m

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule A			
Longueur maximum de la cellule (m)	111,0		
Largeur maximum de la cellule (m)	54,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)	13,5		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 4	tronqué en diagonale	L1 (m)	18,0
		L2 (m)	13,0



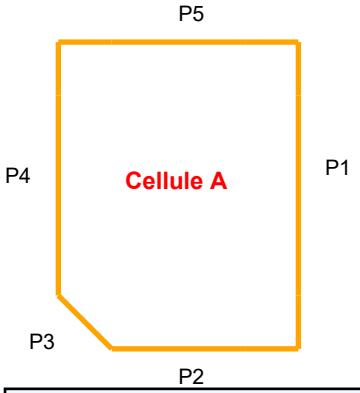
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0,0	0,0	0,0
H (m)	0,0	0,0	0,0
H sto (m)	0,0	0,0	0,0



Toiture

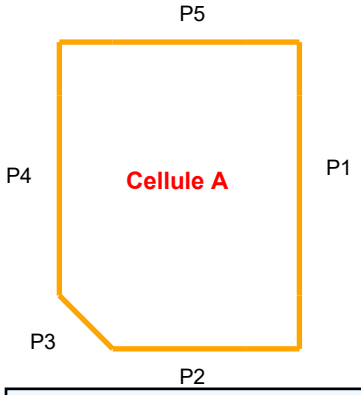
Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	20
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Parois de la cellule : Cellule A



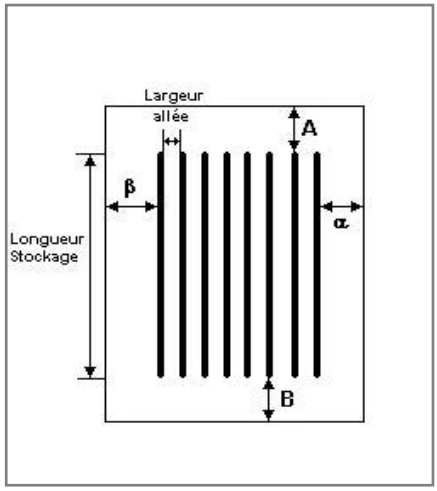
	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Monocomposante	Monocomposante	Monocomposante	Monocomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	6	0	0
Largeur des portes (m)	0,0	2,8	0,0	0,0
Hauteur des portes (m)	4,0	3,0	4,0	0,0
	Un seul type de paroi	*Un seul type de paroi*	*Un seul type de paroi*	*Un seul type de paroi*
Matériau	Beton Arme/Cellulaire	bardage double peau	Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	120	60	120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120	1	120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120	1	120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120	1	120	120

Parois de la cellule :Cellule A(suite)



	Paroi P5			
Composantes de la Paroi	Monocomposante			
Structure Support	Poteau beton			
Nombre de Portes de quais	0			
Largeur des portes (m)	0,0			
Hauteur des portes (m)	0,0			
	Un seul type de paroi			
Matériau	Beton Arme/Cellulaire			
R(i) : Résistance Structure(min)	120			
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120			
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120			
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120			

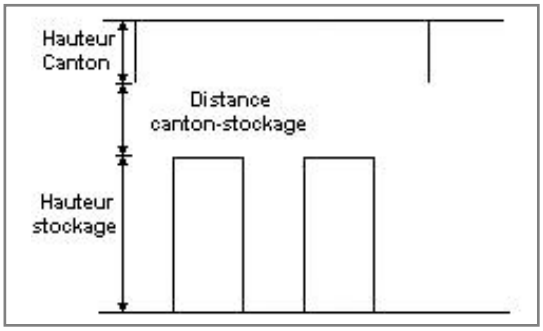
Stockage de la cellule : Cellule A



Nombre de niveaux	5	
Mode de stockage	Rack	

Dimensions

Longueur de stockage	91,0	m
Déport latéral α	0,0	m
Déport latéral β	0,0	m
Longueur de préparation A	0,0	m
Longueur de préparation B	20,0	m
Hauteur maximum de stockage	11,8	m
Hauteur du canton	1,0	m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	0,7	m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 1	
Nombre de double racks	8	
Largeur d'un double rack	2,6	m
Nombre de racks simples	2	
Largeur d'un rack simple	1,3	m
Largeur des allées entre les racks	3,4	m

Palette type de la cellule Cellule A

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Nom de la palette :	Palette type 1510

Poids total de la palette : Par défaut

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

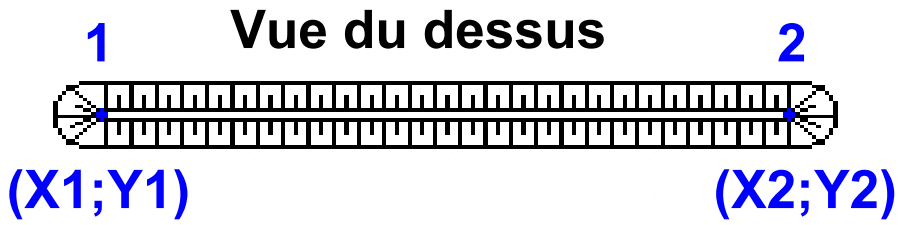
Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : 45,0 min

Puissance dégagée par la palette : Adaptée aux dimensions de la palette

Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 1510 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1525,0 kW

Merlons



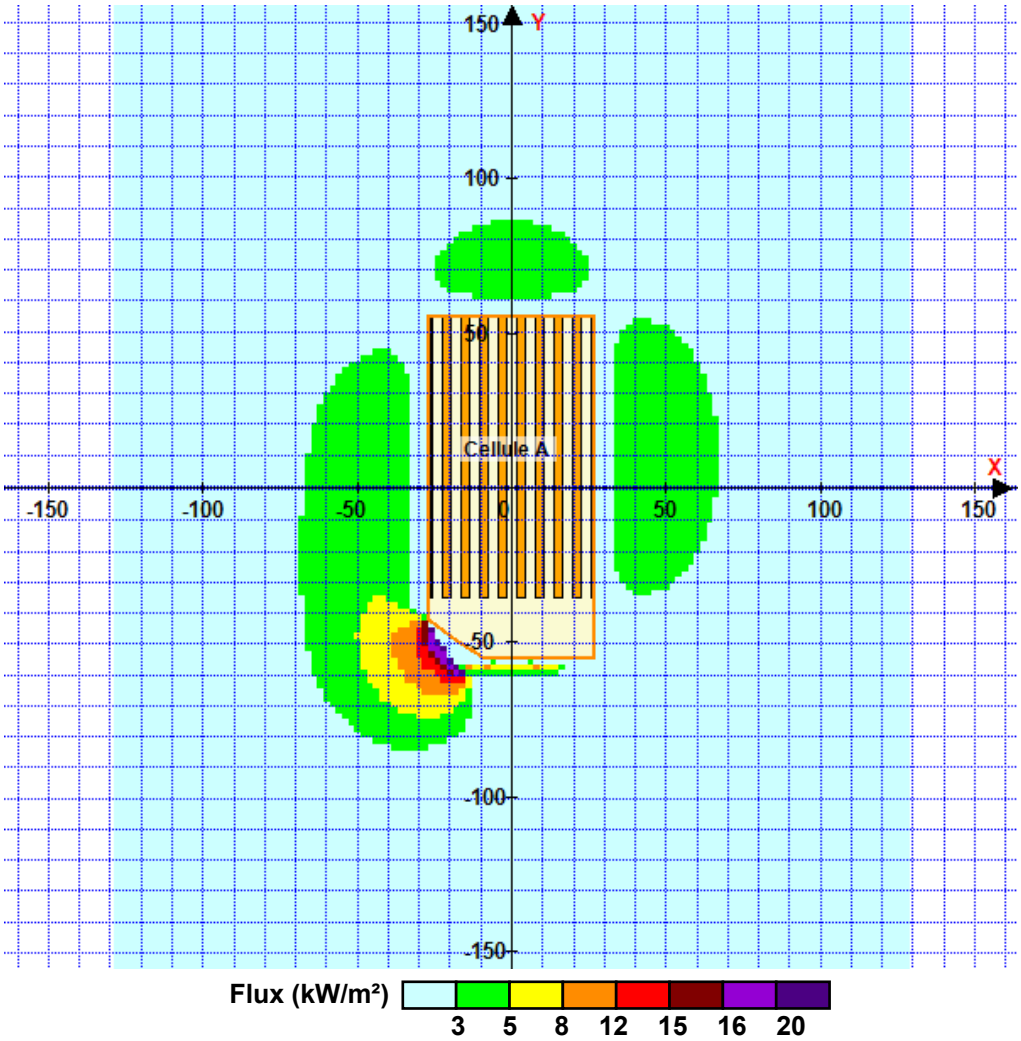
		Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
Merlon n°	Hauteur (m)	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : Cellule A

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule A 135,0 min

Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme,le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

FLUM*ilog*

Interface graphique v.5.4.0.3

Outil de calculV5.52

Flux Thermiques
Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	**VT**
Société :	**axe**
Nom du Projet :	**B_F_1510**
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	**07/12/2021 à14:03:24avec l'interface graphique v. 5.4.0.3**
Date de création du fichier de résultats :	**7/12/21**

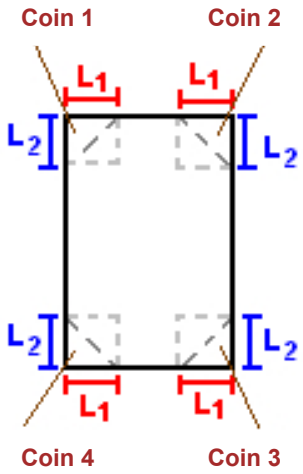
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

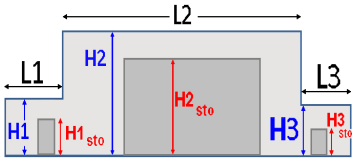
Hauteur de la cible : 1,8 m

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellules B-F			
Longueur maximum de la cellule (m)	111,0		
Largeur maximum de la cellule (m)	54,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)	13,5		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0



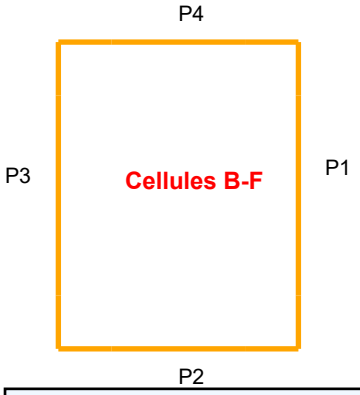
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0,0	0,0	0,0
H (m)	0,0	0,0	0,0
H sto (m)	0,0	0,0	0,0



Toiture

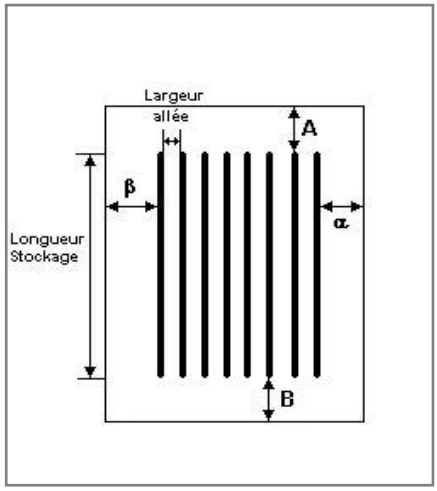
Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	20
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Parois de la cellule : Cellules B-F



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Monocomposante	Monocomposante	Monocomposante	Monocomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	7	0	0
Largeur des portes (m)	0,0	2,8	0,0	0,0
Hauteur des portes (m)	4,0	3,0	4,0	0,0
	Un seul type de paroi	*Un seul type de paroi*	*Un seul type de paroi*	*Un seul type de paroi*
Matériau	Beton Arme/Cellulaire	bardage double peau	Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	120	60	120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120	1	120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120	1	120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120	1	120	120

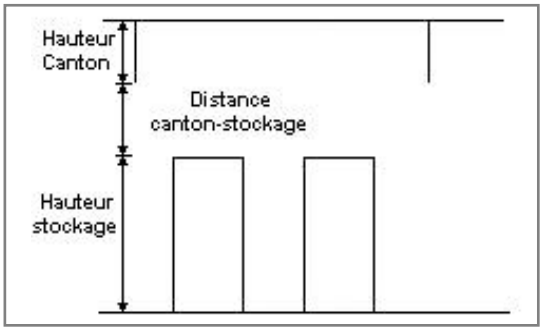
Stockage de la cellule : Cellules B-F



Nombre de niveaux	5	
Mode de stockage	Rack	

Dimensions

Longueur de stockage	91,0	m
Déport latéral α	0,0	m
Déport latéral β	0,0	m
Longueur de préparation A	0,0	m
Longueur de préparation B	20,0	m
Hauteur maximum de stockage	11,8	m
Hauteur du canton	1,0	m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	0,7	m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 1	
Nombre de double racks	8	
Largeur d'un double rack	2,6	m
Nombre de racks simples	2	
Largeur d'un rack simple	1,3	m
Largeur des allées entre les racks	3,4	m

Palette type de la cellule Cellules B-F

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Nom de la palette :	Palette type 1510

Poids total de la palette : Par défaut

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

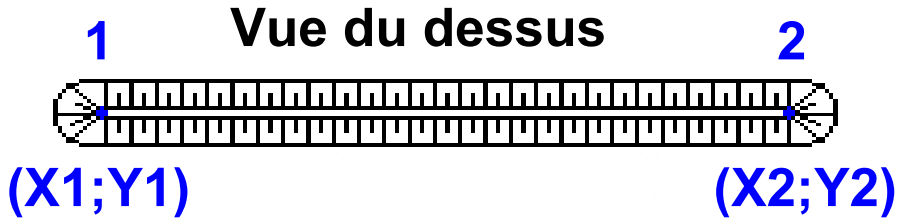
Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : 45,0 min

Puissance dégagée par la palette : Adaptée aux dimensions de la palette

Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 1510 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1525,0 kW

Merlons



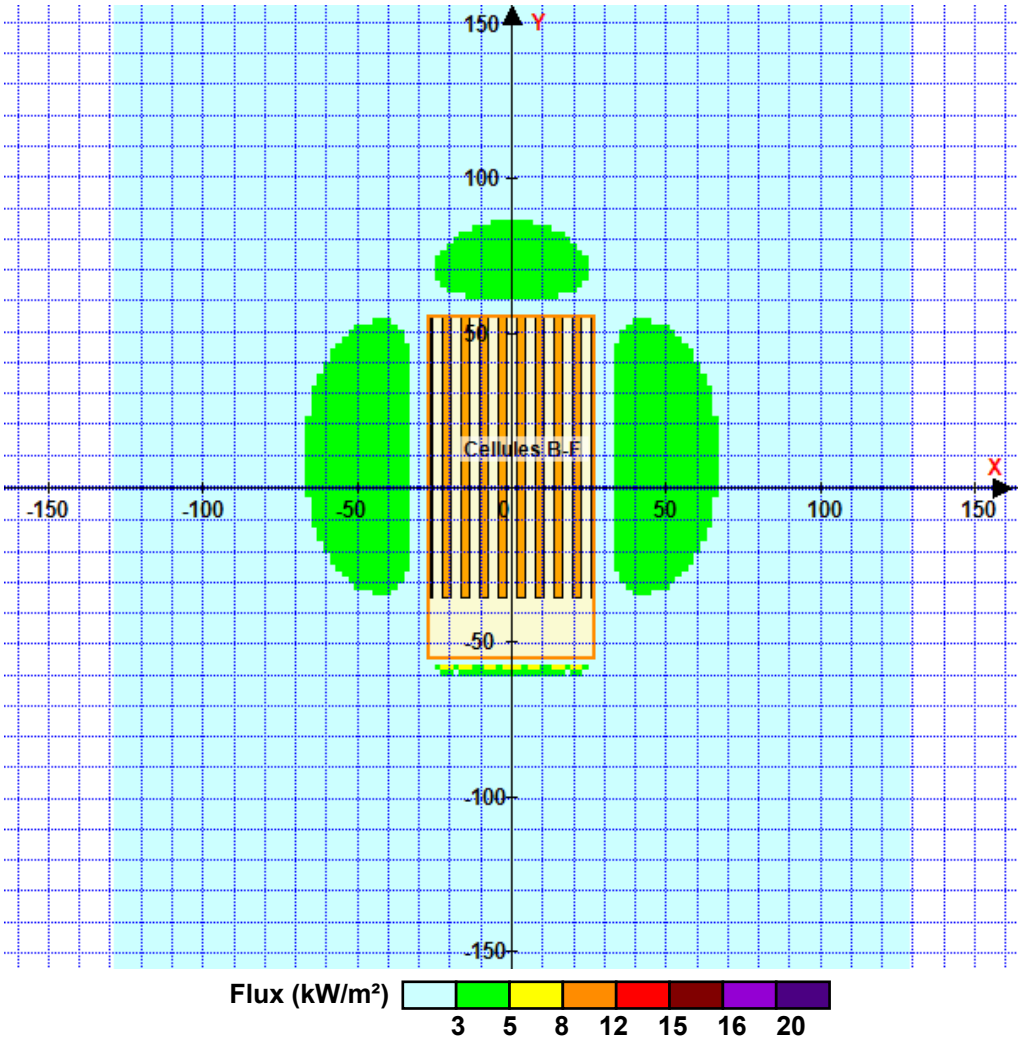
		Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
Merlon n°	Hauteur (m)	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : Cellules B-F

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellules B-F 134,0 min

Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme,le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

FLUM*ilog*

Interface graphique v.5.4.0.3

Outil de calculV5.52

Flux Thermiques
Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	**VT**
Société :	**axe**
Nom du Projet :	**A_2662_1638882434**
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	**07/12/2021 à14:06:29avec l'interface graphique v. 5.4.0.3**
Date de création du fichier de résultats :	**7/12/21**

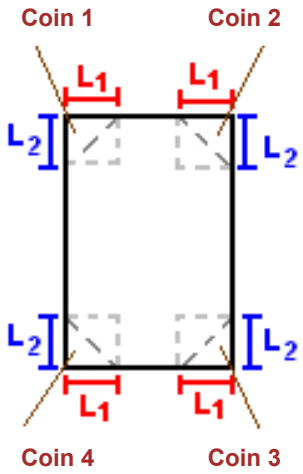
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

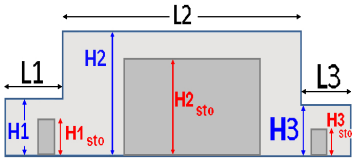
Hauteur de la cible : 1,8 m

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule A			
Longueur maximum de la cellule (m)	111,0		
Largeur maximum de la cellule (m)	54,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)	13,5		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 4	tronqué en diagonale	L1 (m)	18,0
		L2 (m)	13,0



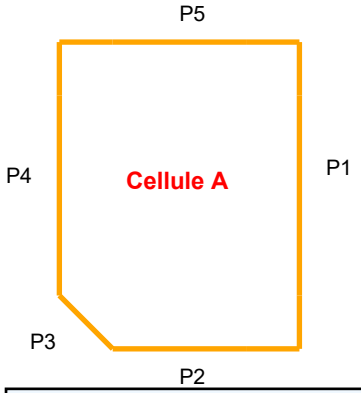
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0,0	0,0	0,0
H (m)	0,0	0,0	0,0
H sto (m)	0,0	0,0	0,0



Toiture

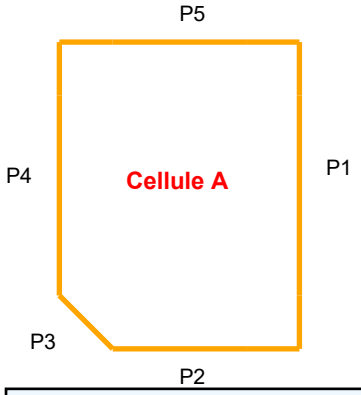
Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	20
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Parois de la cellule : Cellule A



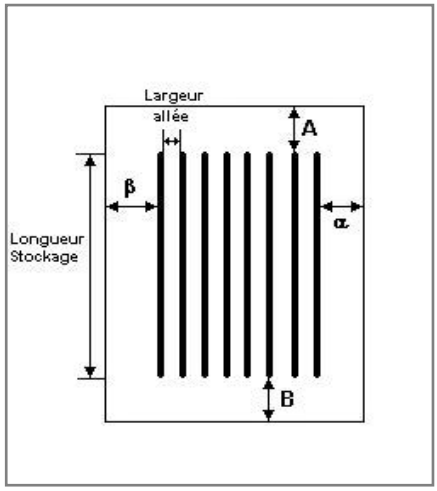
	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Monocomposante	Monocomposante	Monocomposante	Monocomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	6	0	0
Largeur des portes (m)	0,0	2,8	0,0	0,0
Hauteur des portes (m)	4,0	3,0	4,0	0,0
	Un seul type de paroi	*Un seul type de paroi*	*Un seul type de paroi*	*Un seul type de paroi*
Matériau	Beton Arme/Cellulaire	bardage double peau	Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	120	60	120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120	1	120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120	1	120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120	1	120	120

Parois de la cellule :Cellule A(suite)



	Paroi P5			
Composantes de la Paroi	Monocomposante			
Structure Support	Poteau beton			
Nombre de Portes de quais	0			
Largeur des portes (m)	0,0			
Hauteur des portes (m)	0,0			
	Un seul type de paroi			
Matériau	Beton Arme/Cellulaire			
R(i) : Résistance Structure(min)	120			
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120			
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120			
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120			

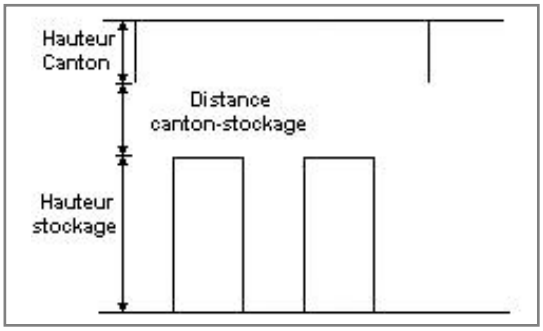
Stockage de la cellule : Cellule A



Nombre de niveaux	5	
Mode de stockage	Rack	

Dimensions

Longueur de stockage	91,0	m
Déport latéral α	0,0	m
Déport latéral β	0,0	m
Longueur de préparation A	0,0	m
Longueur de préparation B	20,0	m
Hauteur maximum de stockage	9,0	m
Hauteur du canton	1,0	m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	3,5	m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 1	
Nombre de double racks	8	
Largeur d'un double rack	2,6	m
Nombre de racks simples	2	
Largeur d'un rack simple	1,3	m
Largeur des allées entre les racks	3,4	m

Palette type de la cellule Cellule A

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Nom de la palette :	Palette type 2662

Poids total de la palette : Par défaut

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

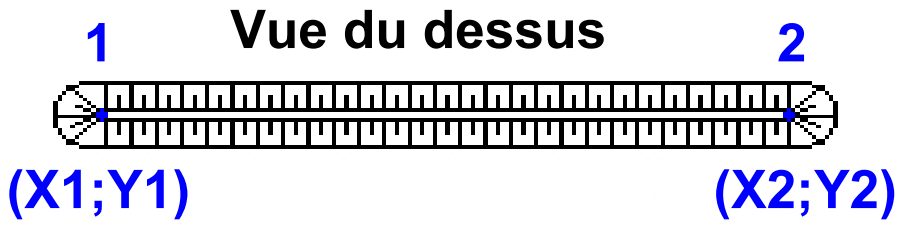
Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : 45,0 min

Puissance dégagée par la palette : Adaptée aux dimensions de la palette

Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 2662 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1875,0 kW

Merlons



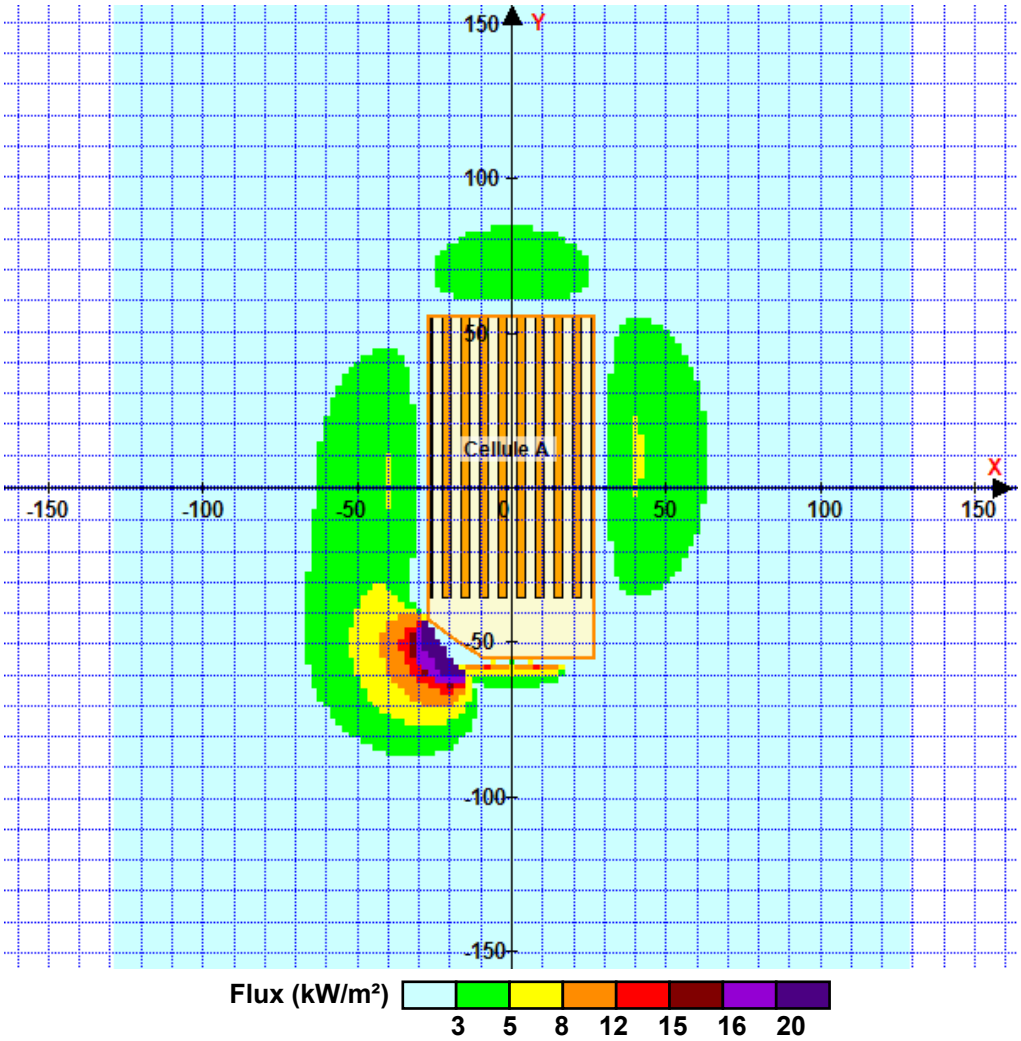
		Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
Merlon n°	Hauteur (m)	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : Cellule A

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule A 92,0 min

Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme,le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

FLUM*ilog*

Interface graphique v.5.4.0.3

Outil de calculV5.52

Flux Thermiques
Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	**VT**
Société :	**axe**
Nom du Projet :	**B_E_2662**
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	**07/12/2021 à14:05:10avec l'interface graphique v. 5.4.0.3**
Date de création du fichier de résultats :	**7/12/21**

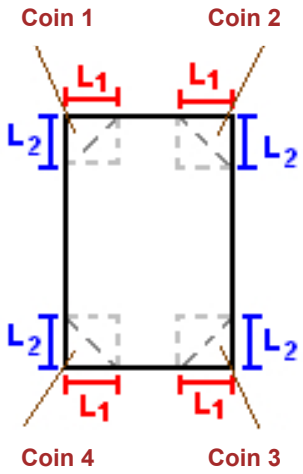
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

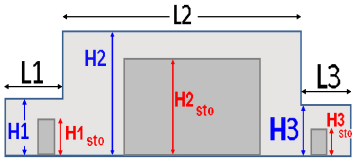
Hauteur de la cible : 1,8 m

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellules B-E			
Longueur maximum de la cellule (m)	111,0		
Largeur maximum de la cellule (m)	54,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)	13,5		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0



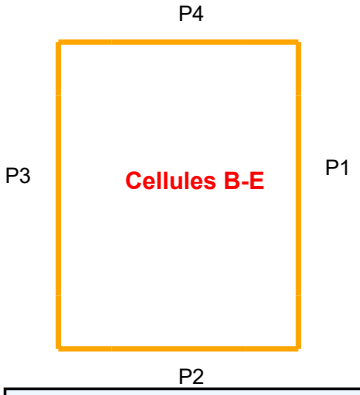
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0,0	0,0	0,0
H (m)	0,0	0,0	0,0
H sto (m)	0,0	0,0	0,0



Toiture

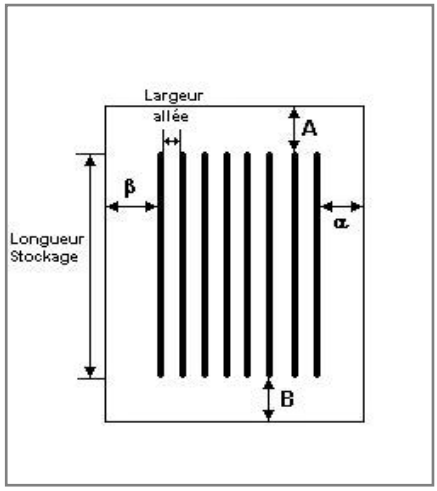
Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	20
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Parois de la cellule : Cellules B-E



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Monocomposante	Monocomposante	Monocomposante	Monocomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	7	0	0
Largeur des portes (m)	0,0	2,8	0,0	0,0
Hauteur des portes (m)	4,0	3,0	4,0	0,0
	Un seul type de paroi	*Un seul type de paroi*	*Un seul type de paroi*	*Un seul type de paroi*
Matériau	Beton Arme/Cellulaire	bardage double peau	Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	120	60	120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120	1	120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120	1	120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120	1	120	120

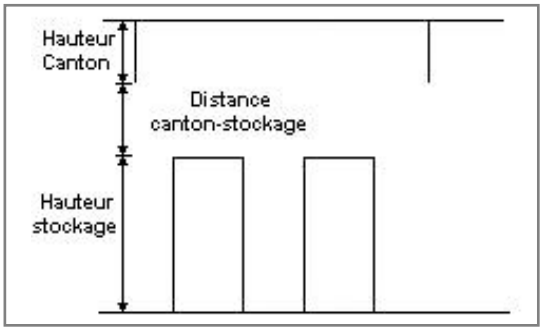
Stockage de la cellule : Cellules B-E



Nombre de niveaux	5	
Mode de stockage	Rack	

Dimensions

Longueur de stockage	91,0	m
Déport latéral α	0,0	m
Déport latéral β	0,0	m
Longueur de préparation A	0,0	m
Longueur de préparation B	20,0	m
Hauteur maximum de stockage	11,8	m
Hauteur du canton	1,0	m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	0,7	m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 1	
Nombre de double racks	8	
Largeur d'un double rack	2,6	m
Nombre de racks simples	2	
Largeur d'un rack simple	1,3	m
Largeur des allées entre les racks	3,4	m

Palette type de la cellule Cellules B-E

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Nom de la palette :	Palette type 2662

Poids total de la palette : Par défaut

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

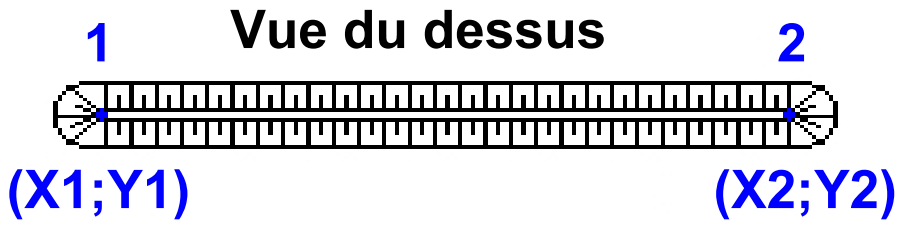
Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : 45,0 min

Puissance dégagée par la palette : Adaptée aux dimensions de la palette

Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 2662 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1875,0 kW

Merlons



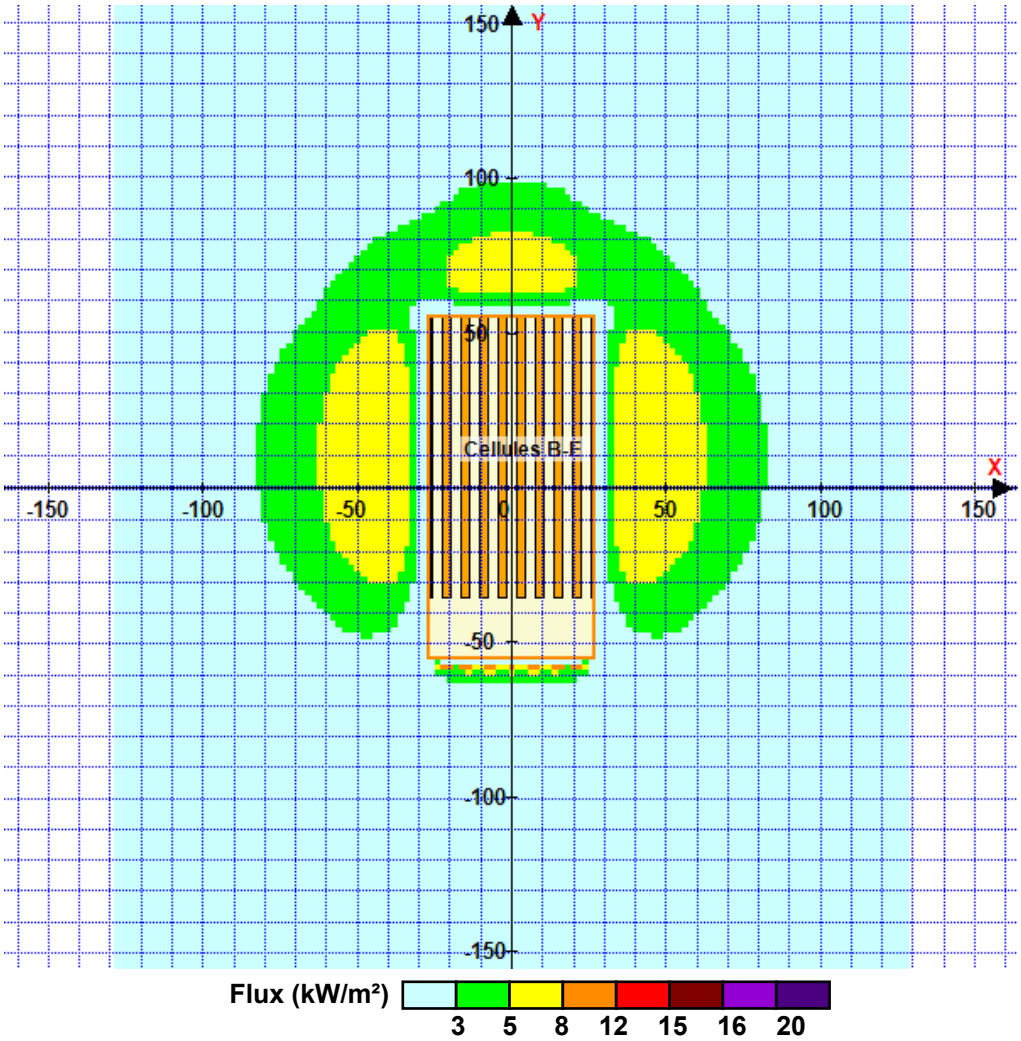
		Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
Merlon n°	Hauteur (m)	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : Cellules B-E

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellules B-E 100,0 min

Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme,le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

FLUM*ilog*

Interface graphique v.5.4.0.3

Outil de calculV5.52

Flux Thermiques
Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	**VT**
Société :	**axe**
Nom du Projet :	**F_2662_1640330395**
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	**24/12/2021 à08:19:47avec l'interface graphique v. 5.4.0.3**
Date de création du fichier de résultats :	**24/12/21**

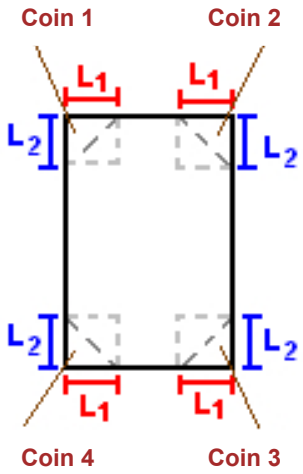
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

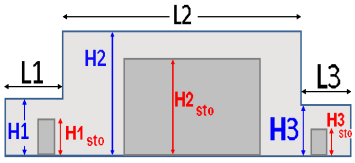
Hauteur de la cible : 1,8 m

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellules F			
Longueur maximum de la cellule (m)	111,0		
Largeur maximum de la cellule (m)	54,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)	13,5		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0



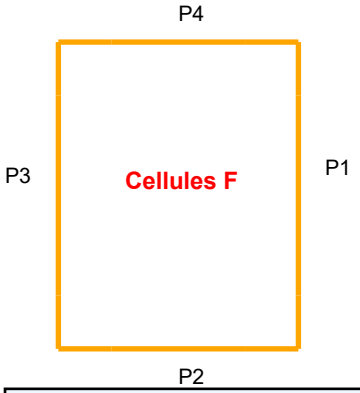
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0,0	0,0	0,0
H (m)	0,0	0,0	0,0
H sto (m)	0,0	0,0	0,0



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	20
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

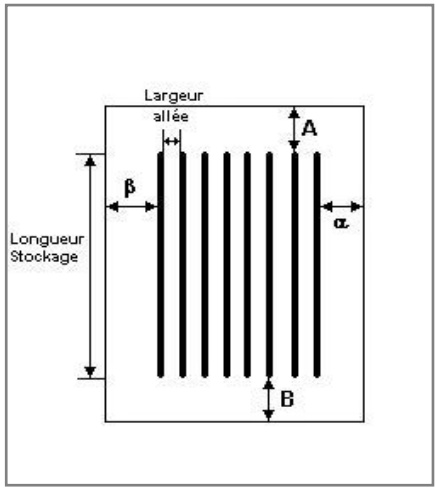
Parois de la cellule : Cellules F



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Monocomposante	Monocomposante	Monocomposante	Monocomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	7	0	0
Largeur des portes (m)	0,0	2,8	0,0	0,0
Hauteur des portes (m)	4,0	3,0	4,0	0,0
	Un seul type de paroi	*Un seul type de paroi*	*Un seul type de paroi*	*Un seul type de paroi*
Matériau	Beton Arme/Cellulaire	bardage double peau	Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	120	60	120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120	1	120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120	1	120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120	1	120	120

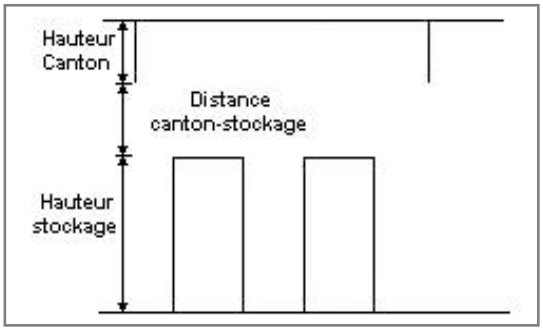
Stockage de la cellule : Cellules F

Nombre de niveaux	5	
Mode de stockage	Rack	



Dimensions

Longueur de stockage	91,0	m
Déport latéral α	0,0	m
Déport latéral β	0,0	m
Longueur de préparation A	0,0	m
Longueur de préparation B	20,0	m
Hauteur maximum de stockage	9,0	m
Hauteur du canton	1,0	m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	3,5	m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 1	
Nombre de double racks	8	
Largeur d'un double rack	2,6	m
Nombre de racks simples	2	
Largeur d'un rack simple	1,3	m
Largeur des allées entre les racks	3,4	m

Palette type de la cellule Cellules F

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Nom de la palette :	Palette type 2662

Poids total de la palette : Par défaut

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

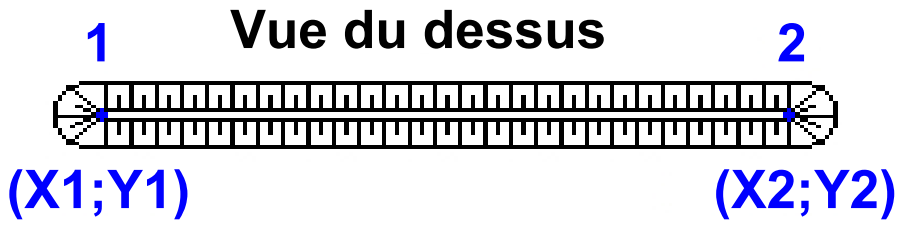
Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : 45,0 min

Puissance dégagée par la palette : Adaptée aux dimensions de la palette

Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 2662 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1875,0 kW

Merlons



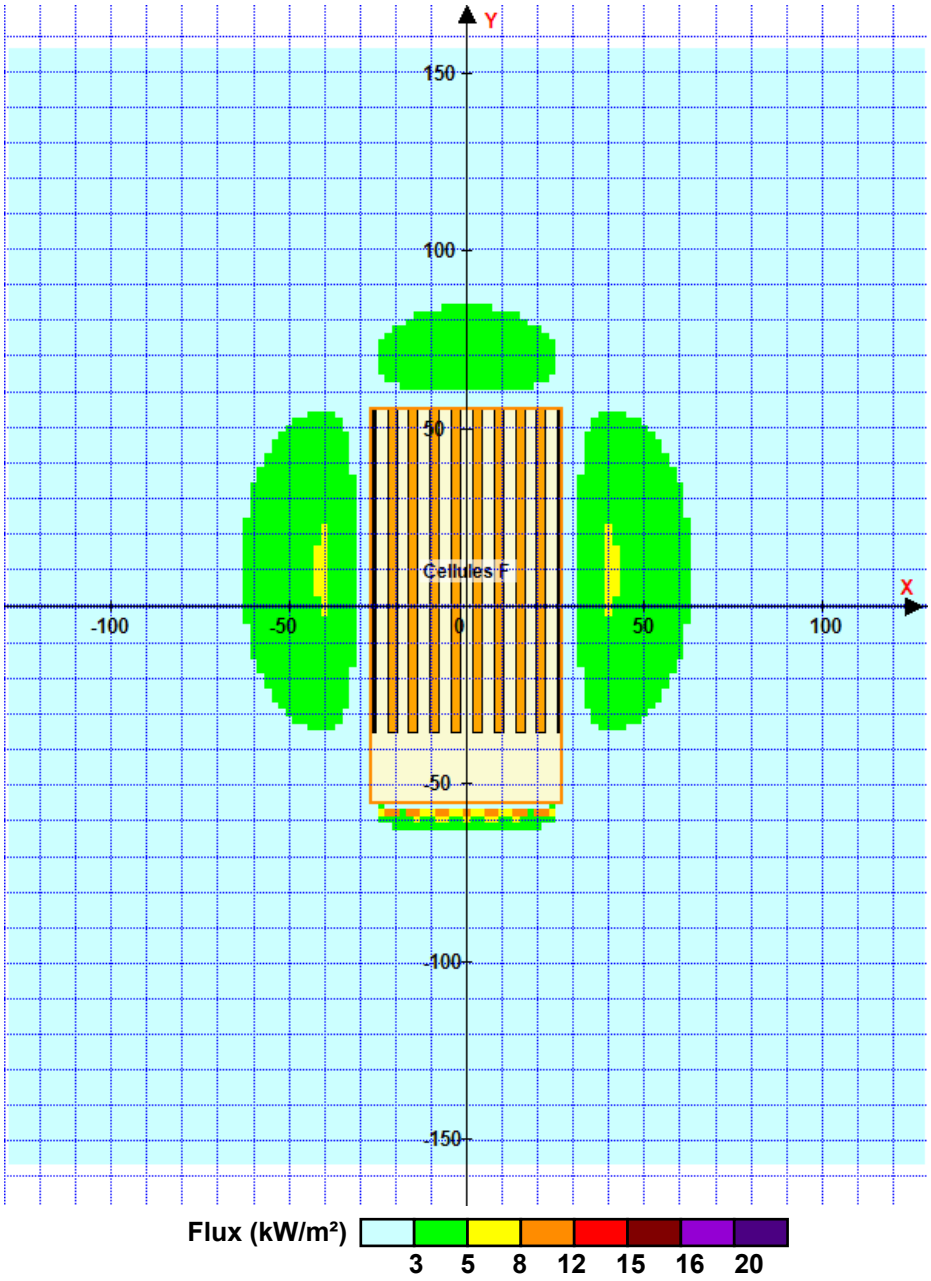
		Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
Merlon n°	Hauteur (m)	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : Cellules F

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellules F 92,0 min

Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme,le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

FLUM*ilog*

Interface graphique v.5.4.0.3

Outil de calculV5.52

Flux Thermiques
Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	**VT**
Société :	**axe**
Nom du Projet :	**LI_1007_1640338457**
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	**24/12/2021 à10:31:55avec l'interface graphique v. 5.4.0.3**
Date de création du fichier de résultats :	**24/12/21**

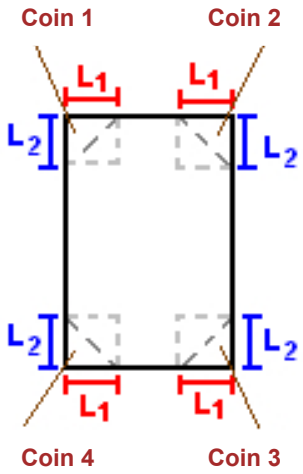
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

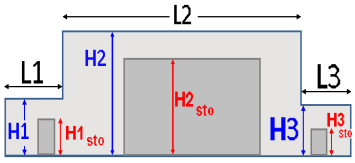
Hauteur de la cible : 1,8 m

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule LI			
Longueur maximum de la cellule (m)	48,8		
Largeur maximum de la cellule (m)	54,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)	13,5		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0



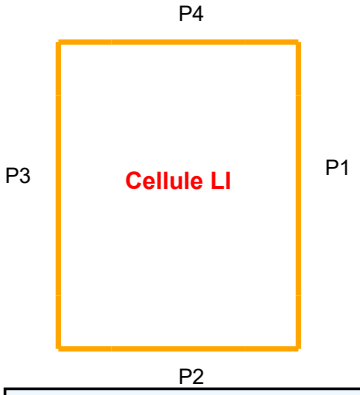
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0,0	0,0	0,0
H (m)	0,0	0,0	0,0
H sto (m)	0,0	0,0	0,0



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	9
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Parois de la cellule : Cellule LI



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Monocomposante	Monocomposante	Monocomposante	Monocomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0,0	0,0	0,0	0,0
Hauteur des portes (m)	0,0	0,0	0,0	0,0
	Un seul type de paroi	*Un seul type de paroi*	*Un seul type de paroi*	*Un seul type de paroi*
Matériau	Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	120	120	120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120	120	120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120	120	120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120	120	120	120

Stockage de la cellule : Cellule LI

Mode de stockage LI

Masse totale de liquides inflammables 1007 t

Palette type de la cellule Cellule LI

Dimensions Palette

Longueur de la palette : Sans Objet

Largeur de la palette : Sans Objet

Hauteur de la palette : Sans Objet

Volume de la palette : Sans Objet

Nom de la palette : Palette LI

Poids total de la palette : Par défaut

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

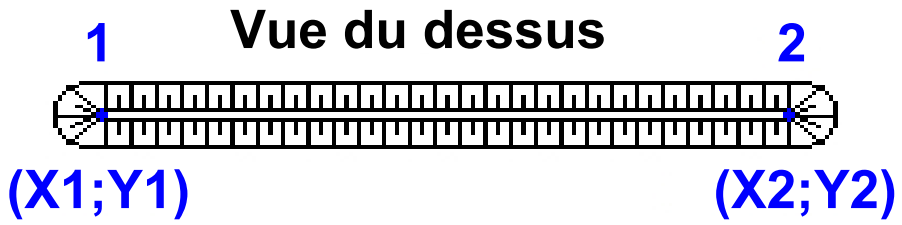
NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : Sans Objet

Puissance dégagée par la palette : Sans Objet

Merlons



		Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
Merlon n°	Hauteur (m)	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

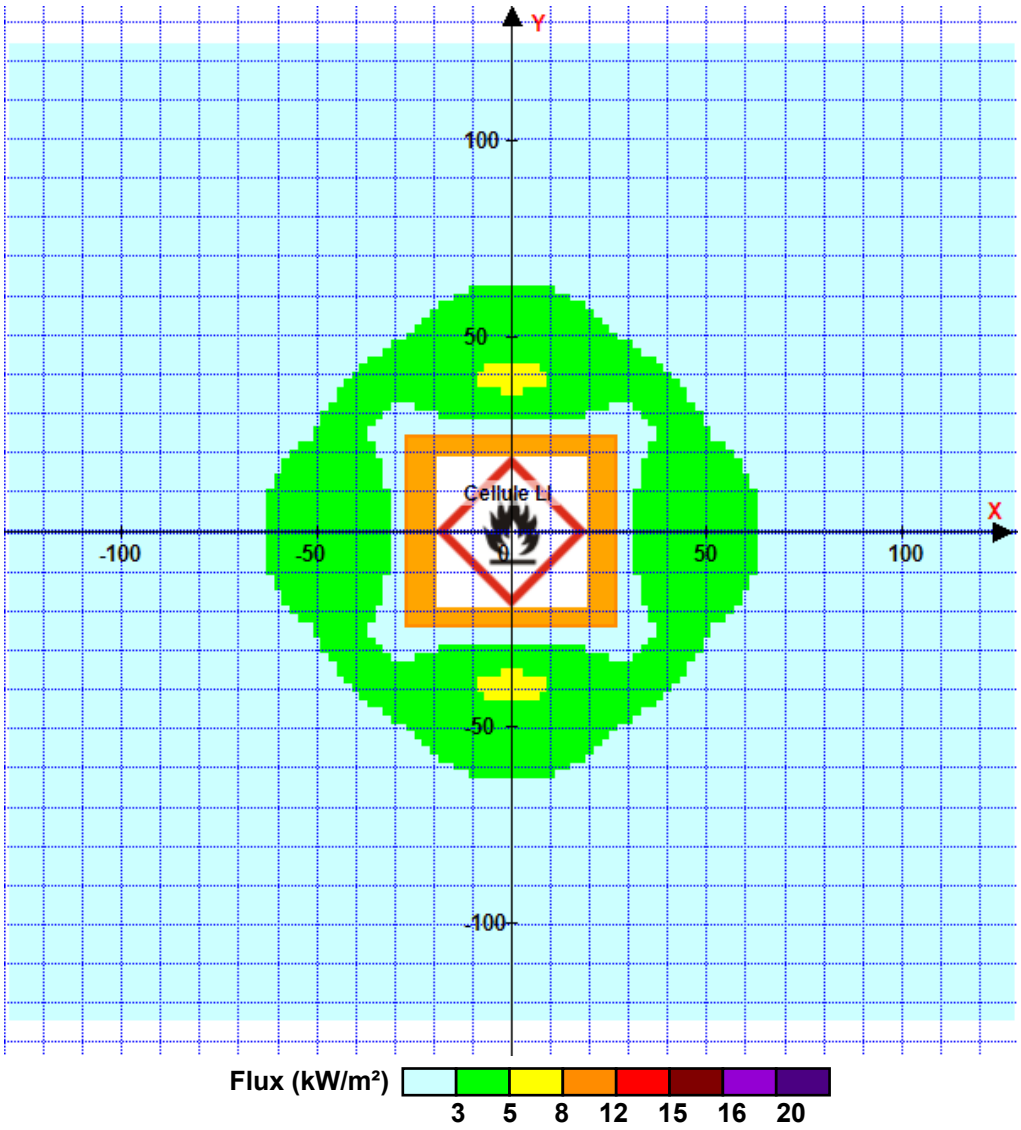
II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : Cellule LI

La cinétique de l'incendie n'est pas calculée pour les liquides inflammables.

Durée indicative de l'incendie dans la cellule LI : Cellule LI 115,8 min (durée de combustion calculée)

Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme,le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

FLUM*ilog*

Interface graphique v.5.4.0.3

Outil de calculV5.52

Flux Thermiques
Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	**VT**
Société :	**axe**
Nom du Projet :	**SCAE_1640338452**
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	**24/12/2021 à10:33:12avec l'interface graphique v. 5.4.0.3**
Date de création du fichier de résultats :	**24/12/21**

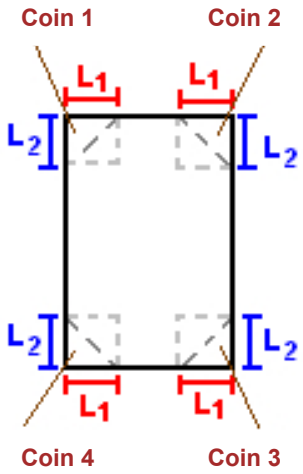
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

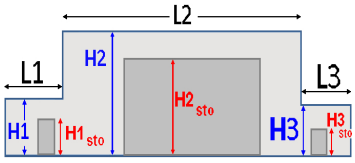
Hauteur de la cible : 1,8 m

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule Aérosols			
Longueur maximum de la cellule (m)	48,8		
Largeur maximum de la cellule (m)	54,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)	13,5		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0



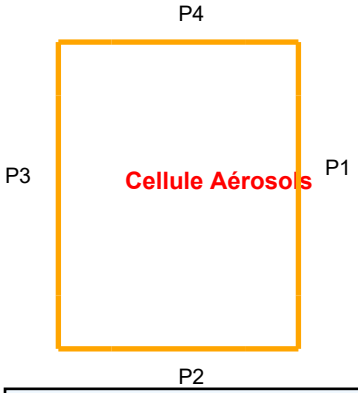
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0,0	0,0	0,0
H (m)	0,0	0,0	0,0
H sto (m)	0,0	0,0	0,0



Toiture

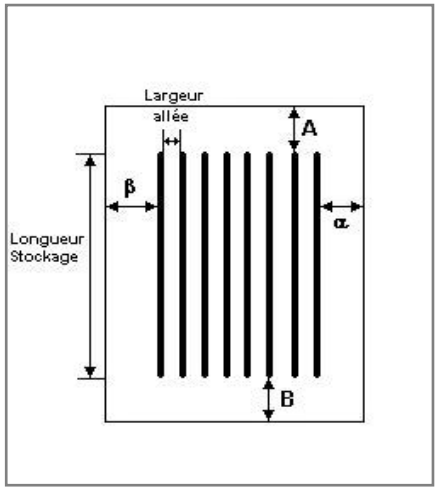
Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	9
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Parois de la cellule : Cellule Aérosols



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Monocomposante	Monocomposante	Monocomposante	Monocomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0,0	0,0	0,0	0,0
Hauteur des portes (m)	4,0	0,0	4,0	0,0
	Un seul type de paroi	*Un seul type de paroi*	*Un seul type de paroi*	*Un seul type de paroi*
Matériau	Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	120	120	120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120	120	120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120	120	120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120	120	120	120

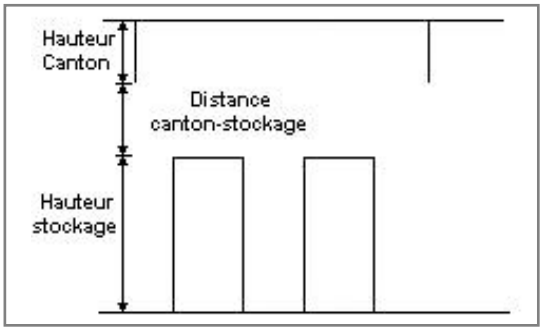
Stockage de la cellule : Cellule Aérosols



Nombre de niveaux	3	
Mode de stockage	Rack	

Dimensions

Longueur de stockage	46,8	m
Déport latéral α	0,0	m
Déport latéral β	0,0	m
Longueur de préparation A	1,0	m
Longueur de préparation B	1,0	m
Hauteur maximum de stockage	5,0	m
Hauteur du canton	1,0	m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	7,5	m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 1	
Nombre de double racks	8	
Largeur d'un double rack	2,6	m
Nombre de racks simples	2	
Largeur d'un rack simple	1,3	m
Largeur des allées entre les racks	3,4	m

Palette type de la cellule Cellule Aérosols

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Nom de la palette :	Palette type 4320

Poids total de la palette : Par défaut

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

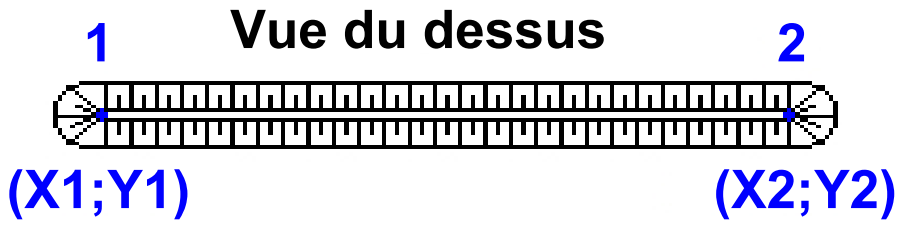
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	0,0	min
Puissance dégagée par la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	

Merlons



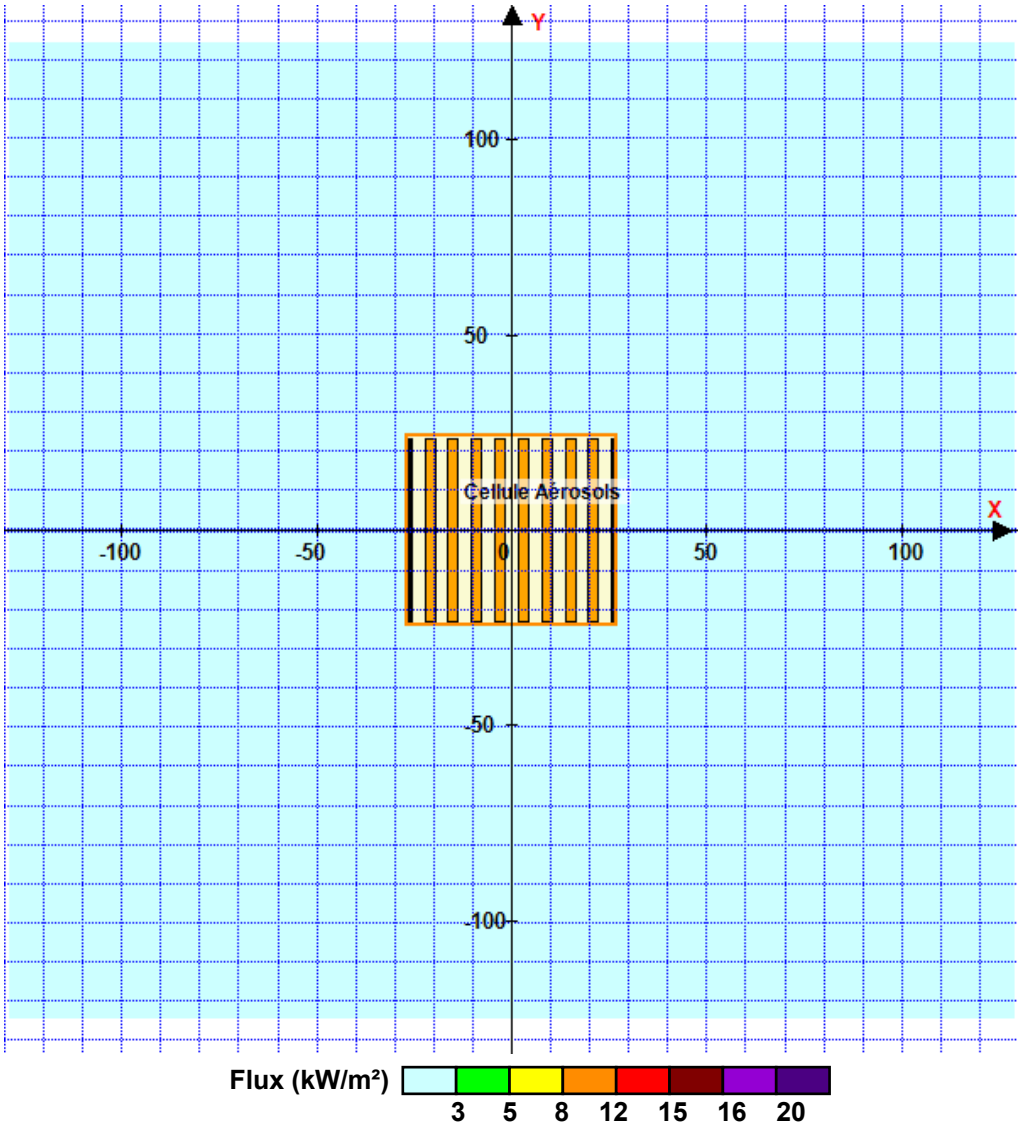
		Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
Merlon n°	Hauteur (m)	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : Cellule Aérosols

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule Aérosols 120,0 min

Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme,le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

FLUM*ilog*

Interface graphique v.5.4.0.3

Outil de calculV5.52

Flux Thermiques
Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	**Palettes_1638868254**
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	**07/12/2021 à10:10:45avec l'interface graphique v. 5.4.0.3**
Date de création du fichier de résultats :	**7/12/21**

I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

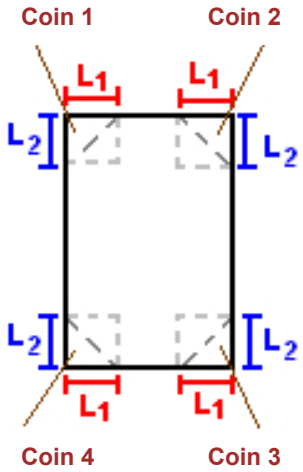
Hauteur de la cible : 1,8 m

Stockage à l'air libre

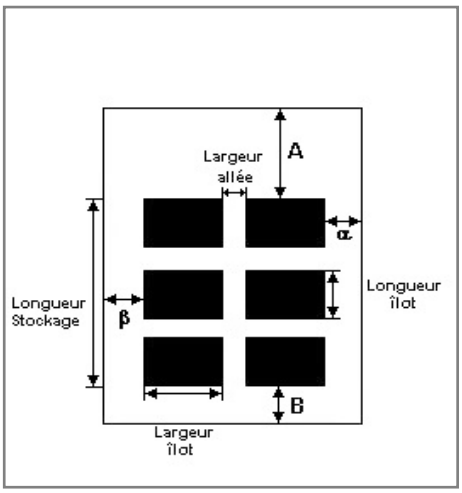
Oui

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Palettes			
Longueur maximum de la zone de stockage(m)	25,0		
Largeur maximum de la zone de stockage (m)	14,0		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0



Stockage de la cellule : Palettes



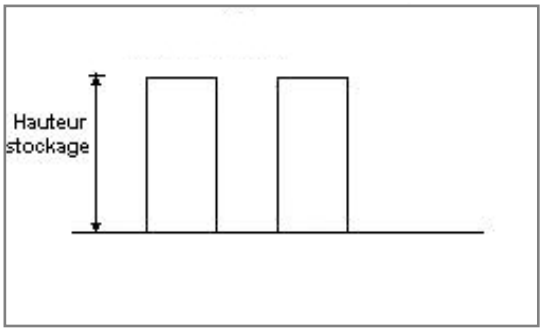
Mode de stockage	**Masse**	

Dimensions

Longueur de préparation A	**0,0**	**m**
Longueur de préparation B	**0,0**	**m**
Déport latéral α	**0,0**	**m**
Déport latéral β	**0,0**	**m**

Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	**2**	
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	**2**	
Largeur des îlots	**6,5**	**m**
Longueur des îlots	**12,0**	**m**
Hauteur des îlots	**6,0**	**m**
Largeur des allées entre îlots	**1,0**	**m**



Palette type de la cellule Palettes

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	**1,2**	**m**
Largeur de la palette :	**0,8**	**m**
Hauteur de la palette :	**1,5**	**m**
Volume de la palette :	**1,4**	**m^3**
Nom de la palette :	**Palettes - ext**	

Poids total de la palette : 250,0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

Palette Bois	Eau	NC	NC	NC	NC	NC
200,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

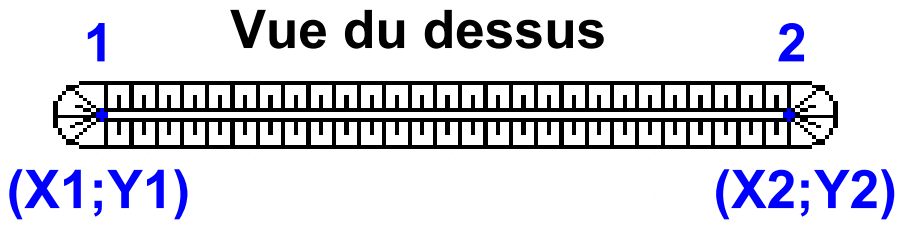
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	**45,0**	**min**
Puissance dégagée par la palette :	**838,1**	**kW**

Merlons



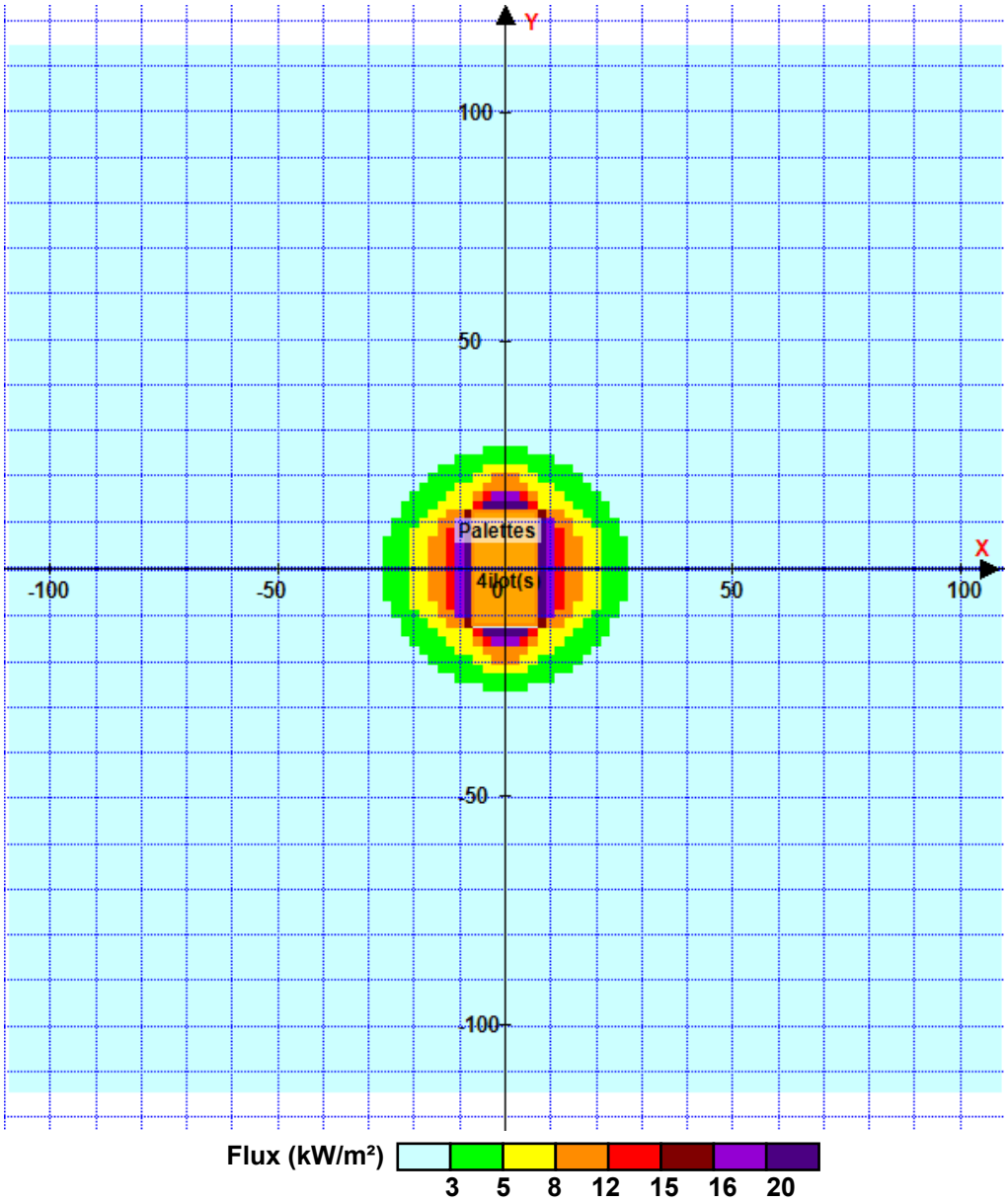
		Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
Merlon n°	Hauteur (m)	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : Palettes

Durée de l'incendie dans la cellule : Palettes 107,0 min

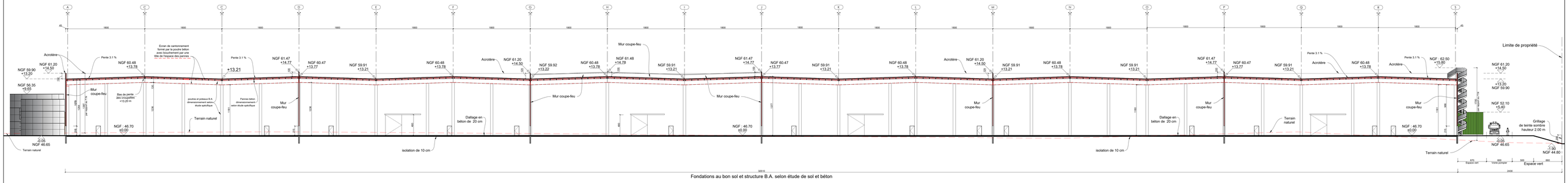
Distance d'effets des flux maximum



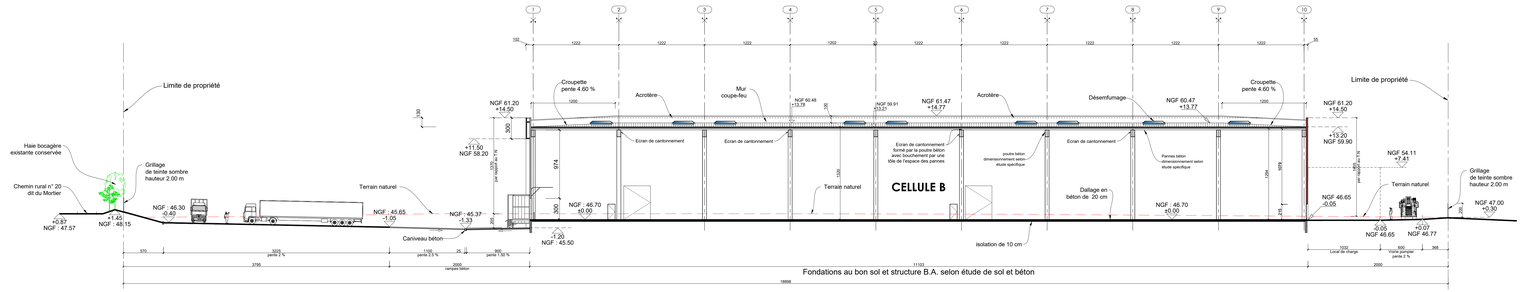
Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme,le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

Pièce n°24

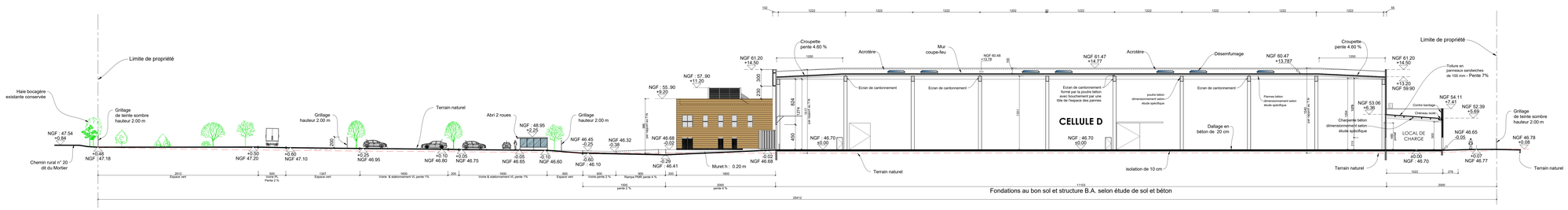
Vues en coupe et plan des façades



COUPE LONGITUDINALE AA



COUPE TRANSVERSALE BB



COUPE TRANSVERSALE CC

PITCH IMMO	
PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE PLATEFORME LOGISTIQUE	Janvier 2022
DOSSIER DE DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE	DPC
MOA : PITCH IMMO Foncier : Parc des Activités des Estuaires - Avenue Lavoisier - 44 590 DERVAL Cadastre Section 000 XW parcelles n° 152 & 153	1/250
VUES EN COUPE	PC3a
Dessiné par Philippe F. Vérifié par : Sylvain L. Date feuille: 31-01-2022 Indice:	PRO

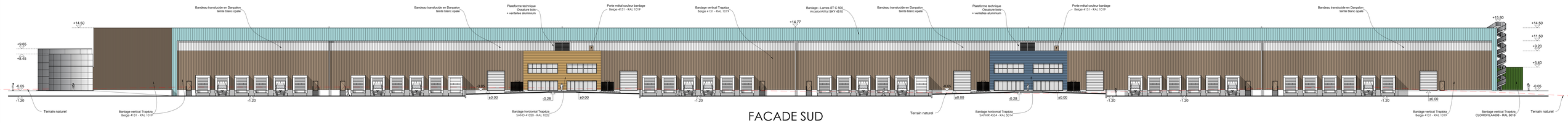
Révision Numéro. Date. Description.
R.01
R.02
R.03
R.04

SARL François de LA SERRE - ARCHITECTE D.P.L.G.
E.mail François HERVEX - DAC de Rennes. 4700 BOE - Tel.: 05.53.46.14.22 - Fax.: 05.53.46.14.41 - Email: contact@delaserre.fr

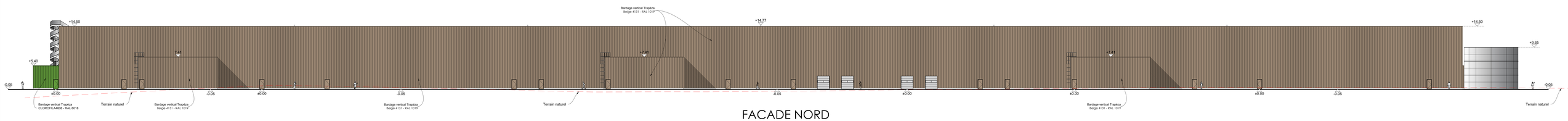
Signature de Maître d'oeuvre

SARL François de LA SERRE BAME
ARCHITECTE D.P.L.G.
2 Rue François HERVEX - BP 4700 - 53000 LAVAL
Tél. 05 53 46 14 22 - Fax 05 53 46 14 41
SIRET 440 180 180 00011

Signature de Maître d'ouvrage

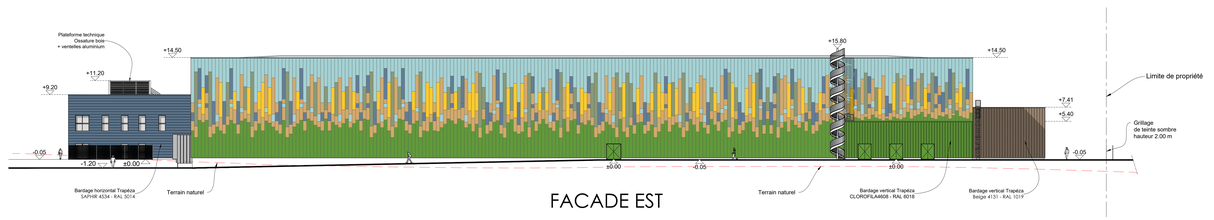


FACADE SUD



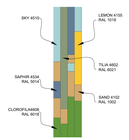
FACADE NORD

FACADE OUEST



FACADE EST

Détail bardage façade Est
Lames ST C 500 ArcelorMittal



PITCH IMMO

PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE PLATEFORME LOGISTIQUE	Janvier 2022
DOSSIER DE DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE	DPC
MOA : PITCH IMMO Foncier : Parc des Activités des Estuaires - Avenue Lavoisier - 44 590 DERVAL Cadastre Section 000 XW parcelles n° 152 & 153	1/250
FACADES	PC5a
Dessiné par Philippe T. VISRé par : Sylvain L. Date feuille: 31-01-2022 Indice:	PRO

Révision: Numéro. Date. Description.
R.01
R.02
R.03
R.04

SARL François de LA SERRE ARCHITECTE D.P.L.G.
E-mail:francois.delaserre@wanadoo.fr 4700 RIEZ - Nr : 02.22.48.14.23 - Fax : 02.22.48.14.43 - Email: contact@delaserre.fr

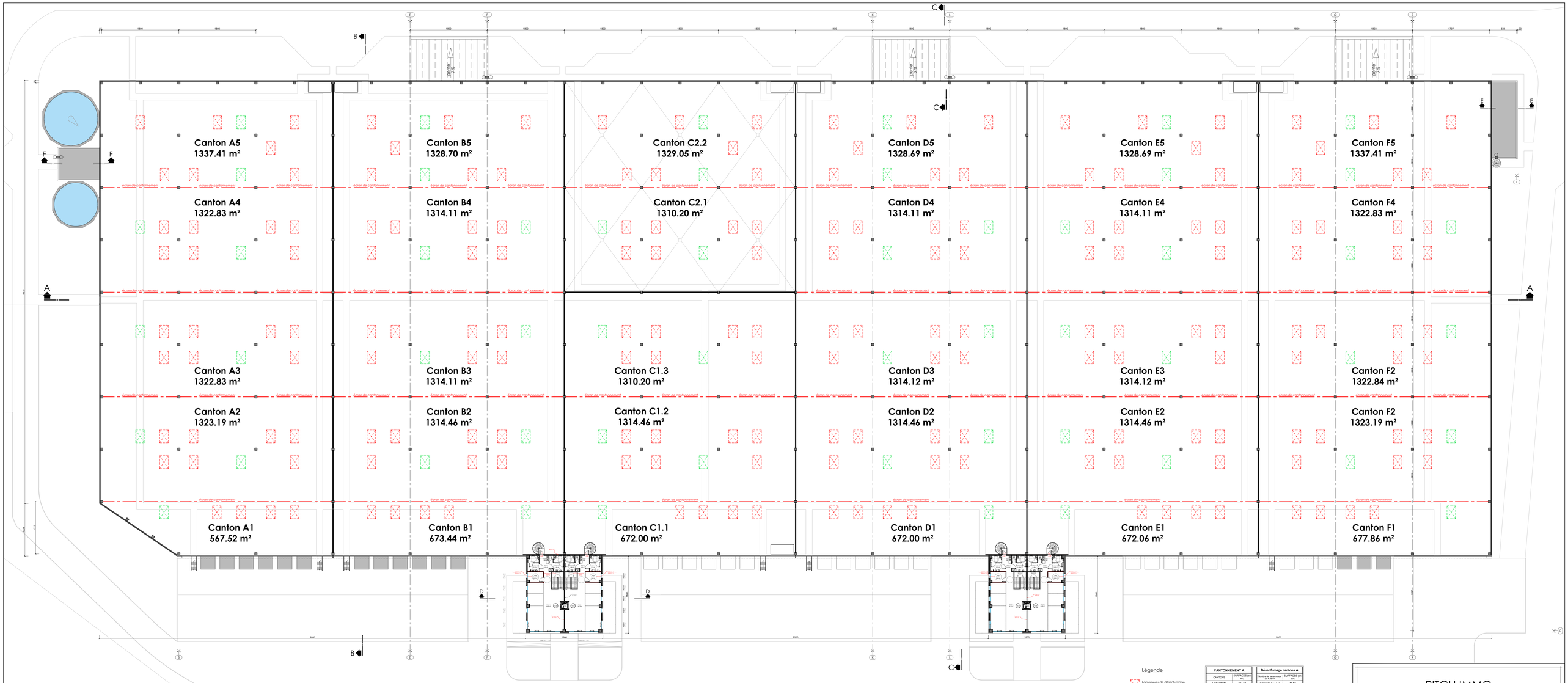
Signature de Maître d'oeuvre

François de LA SERRE Architecte
Ordre des Architectes D.P.L.G.
Cabinet d'Architecture
Rue Jean Monnet
Z.I. Les Vallées
56400 AURAY
Tél : 02 97 24 69 00 - Fax : 02 97 24 69 09

Signature de Maître d'ouvrage

Pièce n°25

Plan de désenfumage



Légende

- Lanterneau de désenfumage 2.00 m x 3.00 m
  Surface utile de désenfumage de 4.38m²
- Lanterneau fixe / éclairement 2.00 m x 3.00 m

CANTONNEMENT A	
CANTONS	SURFACES (en m²)
CANTON A1	567.52
CANTON A2	1323.19
CANTON A3	1322.83
CANTON A4	1322.83
CANTON A5	1337.41
TOTAL	5873.77

Désenfumage cantons A	
Nombre de lanterneaux de 4.38 m²	SURFACES (en m²)
CANTON A1 : 4 U	17.52
CANTON A2 : 7 U	30.66
CANTON A3 : 7 U	30.66
CANTON A4 : 7 U	30.66
CANTON A5 : 7 U	30.66
TOTAL	140.17

CANTONNEMENT B	
CANTONS	SURFACES (en m²)
CANTON B1	673.44
CANTON B2	1314.46
CANTON B3	1314.11
CANTON B4	1314.11
CANTON B5	1328.70
TOTAL	5944.82

Désenfumage cantons B	
Nombre de lanterneaux de 4.38 m²	SURFACES (en m²)
CANTON B1 : 4 U	17.52
CANTON B2 : 7 U	30.66
CANTON B3 : 7 U	30.66
CANTON B4 : 7 U	30.66
CANTON B5 : 7 U	30.66
TOTAL	140.17

CANTONNEMENT C	
CANTONS	SURFACES (en m²)
CANTON C1.1	672.00
CANTON C1.2	1314.46
CANTON C1.3	1310.20
CANTON C2.1	1310.20
CANTON C2.2	1329.05
TOTAL	5935.92

Désenfumage cantons C	
Nombre de lanterneaux de 4.38 m²	SURFACES (en m²)
CANTON C1.1 : 4 U	17.52
CANTON C1.2 : 7 U	30.66
CANTON C1.3 : 7 U	30.66
CANTON C2.1 : 7 U	30.66
CANTON C2.2 : 7 U	30.66
TOTAL	140.17

CANTONNEMENT D	
CANTONS	SURFACES (en m²)
CANTON D.1	672.00
CANTON D.2	1314.46
CANTON D.3	1314.12
CANTON D.4	1314.11
CANTON D.5	1328.69
TOTAL	5943.38

Désenfumage cantons D	
Nombre de lanterneaux de 4.38 m²	SURFACES (en m²)
CANTON D.1 : 4 U	17.52
CANTON D.2 : 7 U	30.66
CANTON D.3 : 7 U	30.66
CANTON D.4 : 7 U	30.66
CANTON D.5 : 7 U	30.66
TOTAL	140.17

CANTONNEMENT E	
CANTONS	SURFACES (en m²)
CANTON E.1	672.06
CANTON E.2	1314.46
CANTON E.3	1314.12
CANTON E.4	1314.11
CANTON E.5	1328.69
TOTAL	5943.45

Désenfumage cantons E	
Nombre de lanterneaux de 4.38 m²	SURFACES (en m²)
CANTON E.1 : 4 U	17.52
CANTON E.2 : 7 U	30.66
CANTON E.3 : 7 U	30.66
CANTON E.4 : 7 U	30.66
CANTON E.5 : 7 U	30.66
TOTAL	140.17

CANTONNEMENT F	
CANTONS	SURFACES (en m²)
CANTON F.1	677.86
CANTON F.2	1323.19
CANTON F.3	1322.84
CANTON F.4	1322.83
CANTON F.5	1337.41
TOTAL	5984.12

Désenfumage cantons F	
Nombre de lanterneaux de 4.38 m²	SURFACES (en m²)
CANTON F.1 : 4 U	17.52
CANTON F.2 : 7 U	30.66
CANTON F.3 : 7 U	30.66
CANTON F.4 : 7 U	30.66
CANTON F.5 : 7 U	30.66
TOTAL	140.17

PITCH IMMO

PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE PLATEFORME LOGISTIQUE

Janvier 2022

DOSSIER DE DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE

DPC

MOA : PITCH IMMO
Foncier : Parc des Activités des Estuaires - Avenue Lavoisier - 44 590 DERVAL
Cadastre Section 000 XW parcelles n° 152 & 153

1/250

PLAN DE DESENFUMAGE DE L'ENTREPOT

PC40b

Dessiné par Philippe T. | Vérifié par : Sylvain L. | Date feuille: 31-01-2022 | Indice:

PRO

Révision: Numéro.	Date.	Description.
R.01		
R.02		
R.03		
R.04		

SARL François de LA SERRE - ARCHITECTE D.P.L.G.
E-mail: francois.de-la-serre@wanadoo.fr - Tél.: 02.23.48.14.23 - Fax.: 02.23.48.14.43 - Email: contact@delaserre.fr
Siège Social: 10 Rue Jean Perrin, 44300 NANTES - Tél.: 02.23.48.14.23 - Fax.: 02.23.48.14.43 - Email: contact@delaserre.fr

Signature de Maître d'œuvre

François de LA SERRE Architecte
Cabinet d'Architecture
10 Rue Jean Perrin
44300 NANTES
Tél. 02 23 48 14 23 - Fax 02 23 48 14 43
N° Ordre 0044 - N° Siret 414 000 000 00016

Signature de Maître d'ouvrage

Pièce n°26

Plan de sécurité

Ganivelle ou piquets châtaigniers pour délimitation espace biodiversité
Création de bosquets en dynamique naturelle
Surlargeur : 1.40m
Rayon : 18.40m
Clôture grillagée hauteur 2.00 m
Haie champêtre à créer : arbustes + jeunes plants + baliveaux
Voirie pompier
Rayon : 11.00m
Accès pompier Portail longueur 6.00
CHEMIN RURAL N°20 DU MORTIER
AVENUE ANTOINE LAVOISIER
Limite de propriété
Rayon : 17.00m
Rayon : 11.00m
Parking maintenance 6.00 x 3.00 m
Dalle béton stockage palettes 350.00 m²
Prairie en dynamique naturelle Création de buttes et de dépressions, Valorisation des déblais
Haie champêtre existante conservée et protégée
Rayon 19.00m
Rayon 13.00m
Bosquet dense Ecran végétal : arbustes + jeunes plants
Cheminement piéton (stabilisé ou gravier/gazon)
Surlargeur : 1.20m
Espace de biodiversité en dynamique naturelle, mis en défens par de la ganivelle ou des piquets bas, grande prairie ponctuée de bosquets arbustifs et arborés, cheminement piéton léger permettant l'approche et l'observation du site, agrémenté d'une signalisation dédiée à la biodiversité, nombreux refuges pour la faunes type nichoirs, gîtes, piles de bois, hibernacula, ...
Dalle béton
Arbres tiges - massifs vivaces
Tourniquet + portillon
Haie champêtre
Clôture grillagée hauteur 2.00 m
Marquage piéton 1.20m
Portail pompier longueur 6.00 m
Arbres tiges sur prairie
Sortie PL
Sortie VL
Barrières levantes
Enrobé
Espace de détente et de déjeuner, protégé des voiries périphériques par la création d'un merlon planté, mobiliers de types bancs et tables de pique- nique
Butte plantée
Clôture grillagée hauteur 2.00 m
Bassin étanche végétalisée 2984.00 m²
Portail coulissant longueur 12.00 m
Portail coulissant longueur 12.00 m + portillon péton
Aire de 8.00 m² pour conteneurs à déchets avec dalle béton, cloture grillagée + portillon pour accès extérieur
Bassin de gestion des eaux pluviales à ciel ouvert, végétalisé sur l'ensemble de sa surface par un semis prairial ainsi que par la plantation de massifs de vivaces hygrophiles
Clôture grillagée hauteur 2.00 m
Haie champêtre à créer : arbustes + jeunes plants + baliveaux
Trottoir béton
Bordure béton
Entrée VL
Entrée PL
15 places PL
Terrasse
Poste vestiaires
Barrière levante PL
2 places VL attente
Création de bosquets en dynamique naturelle
Cheminement stabilisé
Haie champêtre existante conservée et protégée
Boulodrome
Zone avec agrés à définir
Espace sportif, surface minérale poreuse en stabilisé agrémentée d'agrés de sport et d'un boulodrome, en directe relation avec la terrasse du poste vestiaire et accompagné de bosquets arbustifs et arborés pour protection vis à vis des voiries et stationnements.
Clôture grillagée hauteur 2.00 m
Haie champêtre à créer : arbustes + jeunes plants + baliveaux
Périmètre de 35 mètres autour de la limite de propriété de l'établissement PITCH IMMO
BASSIN DE RÉTENTION
Places de parking avec borne de recharge pour voiture électrique
équipées avec borne de recharge : 5 places
équipables avec borne de recharge : 25 places
LEGENDE MATERIAUX
Enrobé : 14172.82 m²
Béton : dalles, terrasses & trottoir : 4699.39 m²
Béton désactivé : 589.79 m²
Espace vert / pelouse : 19990.82 m²
Espace vert / prairie : 5729.44 m²
Bassin étanche : 2984.00 m²
Toitures : 36891.46 m²
LEGENDE SECURITE INCENDIE
Poteau incendie
Voie pompier : 4573.95 m²
Voirie 320kN avec un maximum de 130kN par essieu
Voie engins
Aire échelle : 10x7m 320kN avec un maximum de 130kN par essieu
Aire échelle : 8x4m 320kN avec un maximum de 130kN par essieu
LEGENDE VEGETATION
Haie bocagère existante conservée
Arbres & arbustes
Haie champêtre à créer : arbustes + jeunes plants + baliveaux
Haie
Recul
Limite de propriété
LEGENDE ENROCHEMENT
PITCH IMMO
PROJET DE CONSTRUCTION D'UNE PLATEFORME LOGISTIQUE
Février 2022
DOSSIER DE DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE
ICPE
MOA : PITCH IMMO
Foncier : Parc des Activités des Estuaires - Avenue Lavoisier - 44 590 DERVAL
Cadastre Section 000 XW parcelles n° 152 & 153
1/500
PLAN DE MASSE SECURITE
03
Dessiné par: Philippe F.
Vérifié par: Sylvain L.
Date feuille: 10.02.2022
Indice:
Révision: Numéro. Date. Description.
R.01
R.02
R.03
R.04
SARL François de LA SIERE
Signature de Maître d'oeuvre
Signature de Maître d'ouvrage

Pièce n°27

Analyse du Risque Foudre et Etude technique Foudre

RG Consultant
INGÉNIERIE FOUDRE

25 Avenue des Saules (Métro B) – 69600 OULLINS – France
Tél. +33 (0)4 37 41 16 10 * Fax +33 (0)4 72 30 13 36

8 Rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France
Tél. +33 (0)2 30 02 79 98

Qualifoudre INERIS N° 071179534036

info@rg-consultant.com
www.rg-consultant.com

ANALYSE DU RISQUE FOUDRE SELON NF EN 62305-2

PITCH PROMOTION

CONSTRUCTION D'UNE PLATE-FORME LOGISTIQUE DERVAL (44)

PITCH PROMOTION
Construire l'avenir ensemble®

*SAS **RG Consultant** au capital de 20 000 Euros - R C S LYON 409733995 - SIRET 40973399500032*
APE 7490 B (Ingénieur conseil) T.V.A. FR 52 409 733 995
BNP PARIBAS NORD France ENTR 30004 02323 00011674064 78
Organisme de formation n° 826906449

PITCH PROMOTION

CONSTRUCTION D'UNE PLATE-FORME LOGISTIQUE DERVAL (44)

Référence document
RGC 26 469

RESUME :

Ce document représente l'Analyse du Risque Foudre du projet de plate-forme logistique de la société **PITCH PROMOTION** sur la commune de **DERVAL** dans le département de la Loire-Atlantique (44).

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

Cette première étape est un des préalables pour rendre l'installation ICPE en conformité vis-à-vis de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et de sa circulaire d'application du 24 avril 2008.

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : **Martin GOIFFON** Date : 06/12/2021 Visa	Nom : **Loïc JACQUEMOT** Date : 14/12/2021 Visa	**A**

DIFFUSION :

AXE Rue Urbain Leverrier 351170 BRUZ Tél : 02.99.52.52.12	**RG CONSULTANT** **Arc Atlantique** 8 rue Jean Jaurès 35000 Rennes Tél. : +332 30 02 79 98 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 26 469	06/12/2021	Analyse du Risque Foudre

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR AXE

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Oui	Extrait DDE
Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant)	Oui	Extrait DDE
P.O.I (Plan d'Opération Interne)	Non	
Liste et implantation des EIPS ou MMR	Non	
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	Non	
Synoptique Courant fort	Non	
Synoptique Courant faible	Non	
Plan de masse	Oui	DPC Novembre 2021
Plan de coupe	Oui	DPC Novembre 2021
Plan des façades	Oui	DPC Novembre 2021
Plan de zonage ATEX	Non	

Tableau 1 : Liste des documents

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

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

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

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 5

1.1 OBJET 5

2. PRESENTATION GENERALE DU SITE 6

2.1 GENERALITES 6
2.2 PERSONNEL SUR SITE 6
2.3 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS 7
2.3.1 Réseau Normal 7
2.3.2 Réseau Secouru 7
2.3.3 Réseau Ondulé 7
2.3.4 Réseau photovoltaïque 7
2.4 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES 7
2.5 PROTECTION INCENDIE 8
2.6 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS 8
2.7 CHEMINEMENT DES RESEAUX COURANTS FORTS ET FAIBLES GENERAUX DU SITE 8
2.8 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES 9

3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES 9

3.1 TEXTES REGLEMENTAIRES 9
3.2 NORMES DE REFERENCES 9

4. MÉTHODOLOGIE 10

4.1 PRESENTATION GENERALE 10
4.2 LIMITE DE L'A.R.F 11
4.3 PRINCIPE DE L'ANALYSE PROBABILISTE : CALCUL DE R1 11

5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTES 14

5.1 SITUATIONS REGLEMENTAIRES 14
5.2 POTENTIELS DE DANGER 17
5.3 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION 17
5.4 EVENEMENTS INITIATEURS 18
5.5 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES 19
5.6 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE DANS L'ANALYSE DE RISQUE FOUDRE 20

6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE FOUDRE 21

6.1 DONNEES GENERALES 21
6.2 PLATE-FORME 23
6.2.1 Données et caractéristiques de la structure 23
6.2.2 Données et caractéristiques des services 24
6.2.3 Données et caractéristiques de la zone de stockage 26
6.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine) 28

7. SYNTHESE 31

ANNEXES

Annexe 1 : Analyse du risque foudre NF EN 62 305-2

Annexe 2 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

Dans le cadre de la création d'une plate-forme logistique de la société **PITCH PROMOTION** prévue sur la commune de **DERVAL**, une Analyse de Risque Foudre est réalisée.

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

Le but de cette analyse est d'identifier si une protection externe ou interne contre la foudre est nécessaire ou pas. Si une protection s'impose, il s'agit de ramener le risque calculé en-dessous d'un niveau maximum tolérable par la mise en œuvre de mesures de protection et de prévention.

Ce document présente les résultats de cette Analyse de Risque Foudre (ARF) conforme à la norme NF EN 62305-2.

L'Étude Technique ultérieure permettra de définir précisément les solutions de protection contre la foudre (effets directs et indirects ainsi que dispositif de prévention).

2. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SITE

2.1 Généralités

Figure 1: Plan de masse du site

Le site logistique se composera d'un bâtiment principal ayant une surface au sol de 36 325,19 m^2 et abritant :

- 6 cellules de 6 000m² de surface utile,
- Des locaux administratifs et sociaux,
- Des locaux techniques d'utilité, (3 locaux de charge, 1 chaufferie, 1 poste HT/BT, 1 poste sprinkler et ses deux cuves)
- Un bâtiment vestiaire à l'entrée du site.

2.2 Personnel sur site

Le site a un effectif total inférieur à 100 personnes par cellule.

Structure	Nombre de personnes exposées à un instant T / jour
Bâtiment Principal	<100 personnes par cellule, temps de présence : 3x8h

Tableau 2 : Personnel sur site

2.3 Caractéristiques des courants forts

2.3.1 Réseau Normal

Le site sera alimenté en haute tension 20kV vers un poste de transformation HT/BT.
Le régime de neutre du réseau d'alimentation sera TN.

Les différentes cellules seront réparties comme suit :

Structure	Nombre Transformateur	Installations alimentées
Poste de transformation	1	Ensemble du site

Tableau 3 : Distribution BT

2.3.2 Réseau Secouru

Le site sera dépourvu de système de secours électrique de type groupe électrogène de sécurité.

2.3.3 Réseau Ondulé

Le site disposera d'un réseau ondulé sécurisant une partie des installations électriques du site.

RECENSEMENT ONDULEURS		
Localisation	**Références Distribution**	**Désignations onduleurs**
Bâtiment Administration	/	Onduleurs Informatique
Poste Onduleurs PV	Installations PV en toiture	Onduleurs PV

Tableau 4 : Réseau ondulé

2.3.4 Réseau photovoltaïque

Il est prévu en toiture une installation photovoltaïque destinée à la revente totale ou partielle sur le domaine public. Nous ne disposons à ce stade de l'étude d'aucune information sur la puissance installée ainsi que sur le positionnement en toiture des panneaux, onduleurs et cheminement des réseaux.

2.4 Caractéristiques des courants faibles

Le site sera raccordé au réseau ORANGE via une ligne souterraine de nature inconnue vers la zone administrative.

Les lignes de sécurité suivantes sont données:

- Ligne report d'alarme incendie/intrusion vers société de télésurveillance.

2.5 Protection incendie

Les mesures de prévention et d'extinction seront les suivantes :

Structure	Moyens protection			
	Dispositif	Report d'information	Relié à	Type
Entrepôt logistique	Extincteur, RIA, désenfumage, déclencheur manuels, détection, murs REI120 entre les différentes cellules	Oui	SDI	Boucle SSI
	Sprinklage	/	/	/
	Centrale de détection gaz chaufferie	Sans information	Sans information	Sans information
	Centrale de détection gaz locaux charge	Sans information	Sans information	Sans information
	SDI	Oui	Télésurveillance	Ligne analogique ou GSM
Local Sprinkler	Motopompe, Jockey, Centrale Sprinkler	Oui	SDI	Boucle SSI

Tableau 5 : Moyens de protection incendie

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

2.6 Mise à la terre des installations

La nature du futur réseau de terre n'est pas définie à ce stade de l'étude.

2.7 Cheminement des réseaux courants forts et faibles généraux du site

Zone	Lignes connectées			
	Nom	Longueur (m)	Relié à	Type
Entrepôt logistique	Alimentation HT	1 000	Domaine public	Souterrain
	Alimentation CFO	200	Bâtiment vestiaire	Souterrain
	Alimentation CFO	500	Eclairage extérieur	Souterrain
	Courants faibles	1 000	Liaison ORANGE	Souterrain

Tableau 6 : Réseaux

Lorsque la longueur d'une section de service est inconnue, on estime que *Lc* =1000 m.

2.8 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom	Nature	Mise à la terre
Bâtiment principal	Canalisations RIA	Non défini à ce stade du projet	Non défini à ce stade du projet
	Canalisations Sprinkler Postes sources 1à 6		
Local Sprinkler	Canalisations Sprinkler		
	Canalisations eau		
Local chaufferie	Canalisation gaz		

Source : Selon infos clients.

Tableau 7 : Canalisations

3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES

3.1 Textes réglementaires

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

Circulaire du 24 avril 2008 relative à l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010.

3.2 Normes de références

NF EN 62 305-1 (C 17-100-1) – juin 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux].

NF EN 62 305-2 (C 17-100-2) – novembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Évaluation du risque].

NF EN 62 305-3 (C 17-100-3) – décembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains].

NF EN 62 305-4 (C 17-100-4) – décembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures].

4. MÉTHODOLOGIE

4.1 Présentation générale

Le déroulement de l'Analyse du Risque Foudre doit être conforme à la méthodologie développée dans l'Arrêté Ministériel du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application et comme décrit dans la norme NF EN 62 305-2.

La norme NF EN 62305-2 « Protection contre la foudre – Partie 2 : Évaluation du risque » distingue trois types essentiels de dommages pouvant apparaître à la suite d'un coup de foudre :

- D1: blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et aux tensions de pas ;
- D2: dommages physiques (incendies, explosions, destructions mécaniques, émanations - chimiques) dus au courant de foudre, y compris les étincelles dangereuses ;
- D3: défaillances des réseaux internes dues à l'impulsion électromagnétique de foudre.

Chaque type de dommage peut entraîner des pertes différentes dans la structure à protéger. Les types de perte dépendent des caractéristiques de la structure et de son contenu. 4 types de pertes sont pris en considération :

	Type de pertes		Risques tolérables (Rt)
R1	Perte de vie humaine	<	0,00001
R2	Perte de service public	<	0,001
R3	Perte d'héritage culturel	<	0,001
R4	Perte de valeurs économiques	<	0,001

Tableau 8 : Différents types de pertes

L'Analyse du Risque Foudre identifie :

- les installations qui nécessitent une protection ainsi que le niveau de protection associé ;
- les liaisons entrantes ou sortantes des structures (réseaux d'énergie, réseaux de communications, canalisations) qui nécessitent une protection ;
- la liste des équipements ou des fonctions à protéger ;
- le besoin de prévention visant à limiter la durée des situations dangereuses et l'efficacité du système de détection d'orage éventuel.

L'Analyse du Risque Foudre n'indique pas de solution technique (type de protection directe ou indirecte). La définition de la protection à mettre en place (paratonnerre, cage maillée, nombre et type de parafoudres) et les vérifications du système de protection existant sont du ressort de l'étude technique.

L'Analyse du Risque Foudre ne permet pas au responsable de l'installation de faire installer un système de protection contre la foudre car les mesures de prévention et les dispositifs de protection ne sont pas encore définis lors de cette étape.

L'Analyse du risque foudre objet de ce document se conformera au plan suivant :

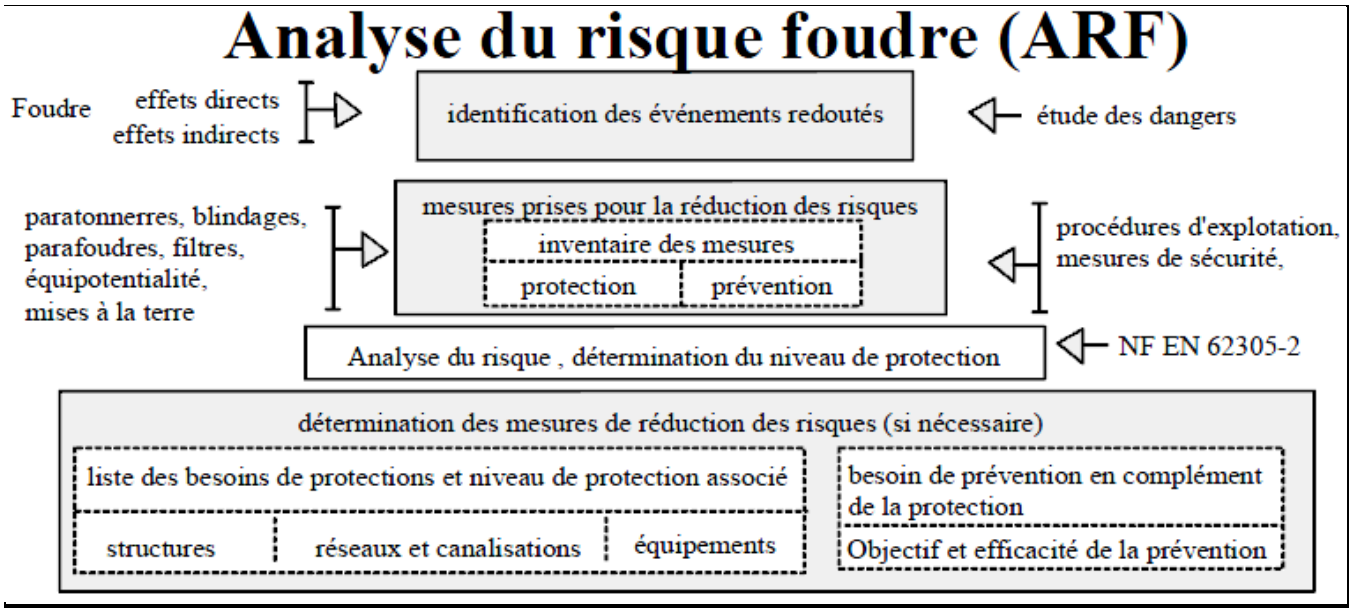


Figure 2: Structure de l'Analyse de Risque Foudre

4.2 Limite de l'A.R.F

Dans le cadre règlementaire de l'arrêté, seul le risque **R1** (perte de vie humaine) au sens de la norme NF EN 62305-2 est étudié.

En effet :

- Le risque R2 est lié à la perte inacceptable de service public ; or aucun service public n'est touché par la dégradation éventuelle des installations concernées,
- Le risque R3 est lié à la perte d'éléments irremplaçables du patrimoine culturel ; il est habituellement évalué dans le cas de musées, d'églises ou de monuments historiques ; son intérêt n'est pas à retenir ici,
- Le risque R4 est lié à la perte économique ; il n'est pas pris en compte dans le cadre de cette analyse.

4.3 Principe de l'analyse probabiliste : Calcul de R1

- Détail du calcul

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

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

Impact sur la structure

Impact sur le service

Impact à proximité du service

Impact à proximité de la structure

(*) *: 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.*

Chaque composante de risque R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W et R_Z, peut être exprimée par l'équation générale suivante :

$$R_x = N_x \times P_x \times Lx$$

Où
N désigne le nombre annuel d'évènements dangereux ou de coups de foudre
P est la probabilité de dommages dus à l'un de ces coups provoquant ces dommages
L est un coefficient de pertes prenant en compte le type de dommage

Les huit composantes sont définies comme suit :

Source de dommage	Nature du risque	
Impact sur la structure (S1)	R_A	Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas
	R_B	Dommages physiques (incendie ou explosion)
	R_C	Défaillances des réseaux internes
Impact à proximité de la structure (S2)	R_M	Défaillances des réseaux internes
Impact sur un service connecté à la structure (S3)	R_U	Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur
	R_V	Dommages physiques (incendie ou explosion)
	R_W	Défaillances des réseaux internes
Impact à proximité d'un service connecté à la structure (S4)	R_Z	Défaillances des réseaux internes

Tableau 9 : Natures du risque

- Acceptabilité du risque

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 réduire Rc afin qu'il soit <ou= à Rt.

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.

- Mesures de réduction des risques

Les mesures de protection pour réduire les risques sont les suivantes :

Type de dommages	Mesures
Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et aux tensions de pas (D1)	- Isolation appropriée des éléments conducteurs exposés - Equipotentialité par un réseau de terre maillé - Restrictions physiques et panneaux d'avertissement
Dommages physiques (D2)	**- Système de protection contre la foudre (SPF : IEPF-IIPF)**
Défaillances des réseaux internes (D3)	- Ecrantage du câblage - Ecran magnétique - Cheminement des réseaux **- Parafoudres associés ou coordonnés** - Equipotentialité et mise à la terre

Tableau 10 : Mesures de protection pour réduire le risque

5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTÉS

5.1 Situations réglementaires

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

Rubrique	Désignation de la rubrique	Situation de l'établissement	Régime
	Classement en lien avec les activités de stockage « classiques »		
1510-2	**Stockage de matières, produits ou substances combustibles dans des entrepôts couverts.** 1. Entrant dans le champ de la colonne « évaluation environnementale systématique » en application de la rubrique 39.a de l'annexe de l'article R. 122-2 du Code de l'Environnement (A). 2. Autres installations que celles définies au 1, le volume des entrepôts étant : a) Supérieur ou égal à 900 000 m³ (A), b) Supérieur ou égal à 50 000 m³ mais inférieur à 900 000 m³ (E), c) Supérieur ou égale 5 000 m³ mais inférieur à 50 000 m³ (DC).	6 cellules présentant une surface comprise entre 5 855 et 5 975 m² présentant une hauteur sous-bac au faitage de 13,5 m **Volume total d'environ 481 000 m³**	***E***
2910-A.2	**Combustion à l'exclusion des activités visées par les rubriques 2770, 2771, 2971 ou 2931 et des installations classées au titre de la rubrique 3110 ou au titre d'autres rubriques de la nomenclature pour lesquelles la combustion participe à la fusion, la cuisson ou au traitement, en mélange avec les gaz de combustion, des matières entrantes** A. Lorsque sont consommés exclusivement, seuls ou en mélange, du gaz naturel, des gaz de pétrole liquéfiés, du biométhane, du fioul domestique, du charbon, des fiouls lourds, de la biomasse telle que définie au a ou au b (i) ou au b (iv) de la définition de biomasse, des produits connexes de scierie et des chutes du travail mécanique du bois brut relevant du b (v) de la définition de la biomasse, de la biomasse issue de déchets au sens de l'article L. 541-4-3 du code de l'environnement, ou du biogaz provenant d'installations classées sous la rubrique 2781-1, si la puissance thermique nominale est : 1) Supérieure ou égale à 20 MW mais inférieure à 50 MW (E), 2) Supérieur ou égal à 1 MW mais inférieur à 20 MW (DC).	Puissance thermique totale pour le site **3,8** MW (Deux chaudières de 1,9 MW)	***DC***
2925-1	**Atelier de charge d'accumulateurs.** 1. Lorsque la charge produit de l'hydrogène, la puissance maximale de courant continu utilisable pour cette opération étant supérieure à 50 kW (D)	Puissance totale **300 kW**	***D***
1436-2	**Liquides de point éclair compris entre 60° C et 93° C, à l'exception des boissons alcoolisées (stockage ou emploi de)** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 1 000 t (A), 2) Supérieure à 100 t, mais inférieure à 1000 t (DC).	Quantité stockée maximale : **200 tonnes**	***DC***
1450-2	**Solides inflammables (stockage ou emploi)** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 1 t (A), 2) Supérieure à 50 kg, mais inférieure à 1 t (D).	Quantité stockée maximale **:** **900 kg**	***D***
1630-2	**Soude ou potasse caustique (emploi ou stockage de lessives de).** Le liquide renfermant plus de 20 % en poids d'hydroxyde de sodium ou de potassium. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 250 t (A), 2) Supérieure ou égale à 100 t et inférieure à 250 t (D).	Quantité stockée maximale : **240 t**	***D***
4801-2	**Houille, coke, lignite, charbon de bois, goudron, asphalte, brais et matières bitumineuses.** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 500 t (A), 2) Supérieure ou égale à 50 t mais inférieure à 500 t. (D).	Quantité stockée maximale : **490 t**	***D***

4110-2	**Toxicité aiguë catégorie 1 pour l'une au moins des voies d'exposition, à l'exclusion de l'uranium et ses composés.** 2) Substances et mélanges liquides. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : a) Supérieure à 250 kg (A), b) Supérieure ou égale à 50 kg mais inférieure à 250 kg (DC).	Quantité stockée maximale : **200 kg**	***DC***
4120-2	**Toxicité aiguë catégorie 2, pour l'une au moins des voies d'exposition.** 2) Substances et mélanges liquides. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : a) Supérieure à 10 t (A), b) Supérieure ou égale à 1 t mais inférieure à 10 t (D).	Quantité stockée maximale : **9 t**	***D***
4130-2	**Toxicité aiguë catégorie 3 pour les voies d'exposition par inhalation.** 2) Substances et mélanges liquides. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : a) Supérieure à 10 t (A), b) Supérieure ou égale à 1 t mais inférieure à 10 t (D).	Quantité stockée maximale : **9 t**	***D***
4140-2	**Toxicité aiguë catégorie 3 pour la voie d'exposition orale (H301) dans le cas où ni la classification de toxicité aiguë par inhalation ni la classification de toxicité aiguë par voie cutanée ne peuvent être établies, par exemple en raison de l'absence de données de toxicité par inhalation et par voie cutanée concluantes.** 2) Substances et mélanges liquides. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : a) Supérieure à 10 t (A), b) Supérieure ou égale à 1 t mais inférieure à 10 t (D).	Quantité stockée maximale : **9 t**	***D***
4150-2	**Toxicité spécifique pour certains organes cibles (STOT) exposition unique catégorie 1.** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 20 t (A), 2) Supérieure ou égale à 5 t et inférieure à 20 t (D).	Quantité stockée maximale : **15 t**	***D***
4320-2	**Aérosols extrêmement inflammables ou inflammables de catégorie 1 ou 2, contenant des gaz inflammables de catégorie 1 ou 2 ou des liquides inflammables de catégorie 1.** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 150 t (A), 2) Supérieure ou égale à 15 t et inférieure à 150 t (D).	Quantité stockée maximale : **60 t**	***D***
4321-2	**Aérosols extrêmement inflammables ou inflammables de catégorie 1 ou 2, ne contenant pas de gaz inflammables de catégorie 1 ou 2 ou des liquides inflammables de catégorie 1.** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 5 000 t (A), 2) Supérieure ou égale à 500 t et inférieure à 5 000 t (D).	Quantité stockée maximale : **350 t**	***NC***
4330-2	**Liquides inflammables de catégorie 1, liquides inflammables maintenus à une température supérieure à leur point d'ébullition, autres liquides de point éclair inférieur ou égal à 60 °C maintenus à une température supérieure à leur température d'ébullition ou dans des conditions particulières de traitement, telles qu'une pression ou une température élevée.** La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines étant : 1) Supérieure ou égale à 10 t (A), 2) Supérieure ou égale à 1 t mais inférieure à 10 t (DC),	Quantité stockée maximale : **1 t**	***DC***
4331-3	**Liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la rubrique 4330** La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines étant : 1) Supérieure ou égale à 1 000 t (A), 2) Supérieure ou égale à 100 t mais inférieure à 1 000 t (E), 3) Supérieure ou égale à 50 t mais inférieure à 100 t (DC).	Quantité stockée maximale : **90 t**	***DC***
4441-2	**Liquides comburants catégories 1, 2 ou 3.** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 50 t (A), 2) Supérieure ou égale à 2 t mais inférieure à 50 t (D).	Quantité stockée maximale : **4 t**	***D***

4510-2	**Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aiguë 1 ou chronique 1.** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 100 t (A), 2) Supérieure ou égale à 20 t mais inférieure à 100 t. (DC).	Quantité stockée maximale : **25 t**	***DC***
4511-2	**Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie chronique 2.** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 200 t (A), 2) Supérieure ou égale à 100 t mais inférieure à 200 t. (DC).	Quantité stockée maximale : **100 t**	***DC***
4718-1.b	**Gaz inflammables liquéfiés de catégorie 1 et 2 (y compris GPL) et gaz naturel (y compris biogaz affiné, lorsqu'il a été traité conformément aux normes applicables en matière de biogaz purifié et affiné, en assurant une qualité équivalente à celle du gaz naturel, y compris pour ce qui est de la teneur en méthane, et qu'il a une teneur maximale de 1 % en oxygène).** La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines (strates naturelles, aquifères, cavités salines et mines désaffectées hors gaz naturellement présent avant exploitation de l'installation) étant : 1. Pour le stockage en récipients à pression transportables : a) Supérieure ou égale à 35 t (A), b) Supérieure ou égale à 6 t, mais inférieure à 35 t (DC).	Quantité stockée maximale : **3 t**	***NC***
4734-2.c	**Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution : essences et naphtas : kérosènes (carburants d'aviation compris) ; gazole (gazole diesel, gazole de chauffage domestique et mélanges de gazoles compris) ; fioul lourd ; carburants de substituions pour véhicules, utilisés aux mêmes fins et aux mêmes usages et présentant des propriétés similaires en matières d'inflammabilité et de danger pour l'environnement.** La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines étant : 2. Pour les autres stockages : a) Supérieure ou égale à 1 000 t (A) b) Supérieure ou égale à 100 t d'essence ou 500 t au total, mais inférieure à 1 000 t au total (E) c) Supérieure ou égale à 50 t au total, mais inférieure à 100 t d'essence et inférieure à 500 t au total (DC)	Quantité stockée maximale : **2 t**	***NC***
4741-2	**Les mélanges d'hypochlorite de sodium classés dans la catégorie de toxicité aquatique aiguë 1 [H400] contenant moins de 5 % de chlore actif et non classés dans aucune des autres classes, catégories et mentions de danger visées dans les autres rubriques pour autant que le mélange en l'absence d'hypochlorite de sodium ne serait pas classé dans la catégorie de toxicité aiguë 1 [H400].** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 200 t (A), 2) Supérieure ou égale à 20 t mais inférieure à 200 t. (DC).	Quantité stockée maximale : **25 t**	***DC***
4755-2.b	**Alcool de bouche d'origine agricole et leurs constituants (distillats, infusions, alcool éthylique d'origine agricole, extraits et arômes) présentant des propriétés équivalentes aux substances classées dans les catégories 2 ou 3 des liquides inflammables.** 2. Dans les autres cas et lorsque le titre alcoométrique volumique est supérieur à 40 % : la quantité susceptible d'être présente étant : a) Supérieure ou égale à 500 m³ (A), b) Supérieure ou égale à 50 m³ (DC).	Quantité maximale stockée : **300 m³**	***DC***

Tableau 11 : Rubriques ICPE

Certaines de ces rubriques sont visées par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié. Les installations qui les concernent sont donc soumises au respect des prescriptions de cet arrêté ministériel.

5.2 Potentiels de danger

Nous estimons qu'en raison des activités, les potentiels de dangers pour l'environnement redoutés sont les suivants :

Structure	Phénomène dangereux redoutés	Application au site
Entrepôt logistique	Effets de surpression associés à l'explosion d'une substance	Non concerné
	Inflammation d'un nuage de gaz en champ libre (UVCE) ou dans une zone encombrée (VCE),	Non concerné
	Effets thermiques en cas de rupture ou fuite sur une canalisation calorifique ou sous pression	Non concerné
	Contamination de l'environnement par incendie, déversement ou combustion de produit chimique	Non concerné
	Risque pour l'homme en cas d'inhalation de produits chimique	Non concerné
	Incendie	**Concerné**
	Une perte du réseau de climatisation	Non concerné
	Une perte de l'alimentation électrique ou du réseau de télécommunication	Non concerné
	Risque pour l'homme en cas de surtension sur le réseau par manœuvre ou perturbation atmosphérique	Non concerné

Tableau 12 : Phénomènes redoutés

Nous considérons qu'au regard du risque foudre aucune installation ne peut générer un scénario d'effets à l'extérieur des bâtiments.

5.3 Zones à risques d'explosion

Aucune zone ATEX Z0 ou Z20 ne peut être rencontrée à l'extérieur des installations et directement impactable par la foudre ou est confinée dans une enveloppe métallique d'épaisseur conforme à la norme 62305-3.
Le risque d'explosion ne sera donc pas retenu.

5.4 Evénements initiateurs

La foudre est un phénomène violent et fortement énergétique à son point d'impact.

Elle peut soit :

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

Inflammation ou explosion d'un nuage gaz
Ce cas peut arriver par impact direct dans un volume de vapeur ou de gaz. La température de l'arc (30 000°) est très nettement supérieure aux températures d'inflammation et d'explosion. Il est aggravant dans toutes les zones explosibles externes.
Réalisation de points chauds à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques
Ce cas peut arriver à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques. A cet endroit (sur quelques cm²) la température est telle qu'elle entraîne une fusion du métal en présence. La durée d'activation est courte, quelques secondes. Il est aggravant si le point chaud fait tomber des particules en fusion vers des zones explosibles ou inflammables. Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm, et à proximité des zones explosibles ou inflammables.
Etincelage résultant de différences de potentiel d'éléments de structure entre eux
Ce cas peut intervenir si les structures d'écoulement du courant de foudre capté et les structures métalliques proches qui sont au potentiel de la terre, sont à une distance inférieure à la distance de sécurité. Il est aggravant s'il intervient dans toute zone explosible ou inflammable, ou s'il détruit un équipement de sécurité. Il est aggravant pour les joints isolants de canalisations.
Percement de conteneur ou de canalisation
Ce cas peut intervenir sur impact direct d'une canalisation métallique ou d'une cuve dont l'épaisseur n'est pas suffisante pour résister à la fusion. Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm.
Incendie ou destruction des structures d'un bâtiment
Ce cas peut se produire par explosion à l'impact des matériaux non conducteurs utilisés dans la structure ou par incendie des matériaux constitutifs sur courant de suite. Il est aggravant dans le cas de structures entièrement construites avec des pierres, du bois avec un risque pour le personnel interne.
Coup direct sur des éléments externes aux structures de bâtiment
Ce cas concerne les lampadaires, les sirènes, les cheminées, les évents, les capteurs disposés en hauteur… Il est aggravant si ces équipements contribuent à la sécurité du site, si la collecte du courant de foudre vient à détruire un équipement IPS ou conduire à un étincelage en zone explosible ou inflammable.
Surtensions électriques par effets directs ou indirects
Ce cas peut intervenir en cas de circuits électriques exposés comme les lignes aériennes ou ceux présentant des boucles importantes de capture du champ électromagnétique rayonné par la foudre. Il peut intervenir également en cas de différences de potentiel de terre sur un impact de foudre proche. Il est aggravant pour les équipements qui contribuent à la sécurité du site. Il l'est surtout dans le cas de claquages ou courts-circuits qui interviendraient dans une zone explosible.
Effets sur les personnes
Ce cas peut intervenir en cas de coup direct ou de tension de pas ou de toucher, d'une personne exposée au voisinage d'une structure impactée. Ce cas n'est pas lié aux effets sur l'environnement mais à ceux liés à un impact direct à proximité. Il est dans tous les cas aggravant.

Tableau 13 : Interaction foudre/équipements

5.5 Mesures de maîtrise des risques

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

Organes de sécurité		Susceptibilité à la foudre
Bâtiment principal	Centrale de détection incendie	Oui
Poste Sprinkler	Motopompe Sprinkler et Jockey	Oui
	Surpresseur RIA (à confirmer)	Oui
	Centrale Sprinkler	Oui
Chaufferie	Centrale de détection gaz	Oui (Non si sécurité positive avec vanne de coupure sur arrivée de gaz normalement fermée)
Local de charge 1-2-3	Centrale de détection d'Hydrogène	Oui (Non si sécurité positive avec coupure de l'alimentation électrique)

Tableau 14 : Liste des équipements de sécurité

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

5.6 Installations à prendre en compte dans l'analyse de risque foudre

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

Bâtiments / Installations	Traitement statistique selon la norme NF EN 62305-2	Traitement déterministe[1]
Bâtiment principal	X	

Tableau 15 : Installations à étudier dans l'ARF

Méthode déterministe[1] :

Cette méthode ne prend pas en compte le risque de foudroiement local.
Par conséquent, quelle que soit la probabilité d'impact, une structure ou un équipement défini comme **I**mportant **P**our la **S**écurité, sera protégé si l'impact peut engendrer une conséquence sur l'environnement ou sur la sécurité des personnes.

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

6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE FOUDRE

6.1 Données générales

DENOMINATION	VALEURS RETENUES
Densité moyenne de points de contact (Nsg) pour la commune de **DERVAL (44)** données fournies par la Météorage (voir carte ci -dessous)	Nsg = **0,37** (coups de foudre / km² / an)
Résistivité du sol	500 Ωm* (valeur par défaut)

Tableau 16 : Données pour le calcul du risque foudre

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

Figure 3: Nsg suivant la carte de météorage

Définition des zones

La norme NF EN 62305-2 permet le découpage des bâtiments en différentes zones, selon plusieurs conditions citées ci-dessous :

- La zone concernée est une partie verticale séparée du bâtiment,
- Le bâtiment est une structure sans risque d'explosion,
- La propagation du feu entre chaque zone du bâtiment est évitée au moyen de murs coupe-feu de 120 min (REI 120) ou au moyen d'autres mesures de protection équivalente,
- La propagation des surtensions le long des lignes communes, s'il y en a, est évitée au moyen de parafoudres installés aux points d'entrées de ces lignes dans la structure ou au moyen d'autres mesures de protection équivalentes.

L'étude technique devra préconiser les parafoudres nécessaires afin de répondre à la dernière condition.

Le bâtiment répondant aux conditions précédentes, l'Analyse de Risque Foudre sera réalisée sur l'une des plus grandes cellules, la **cellule F**. Le niveau de risque obtenu sera appliqué à tout le bâtiment.

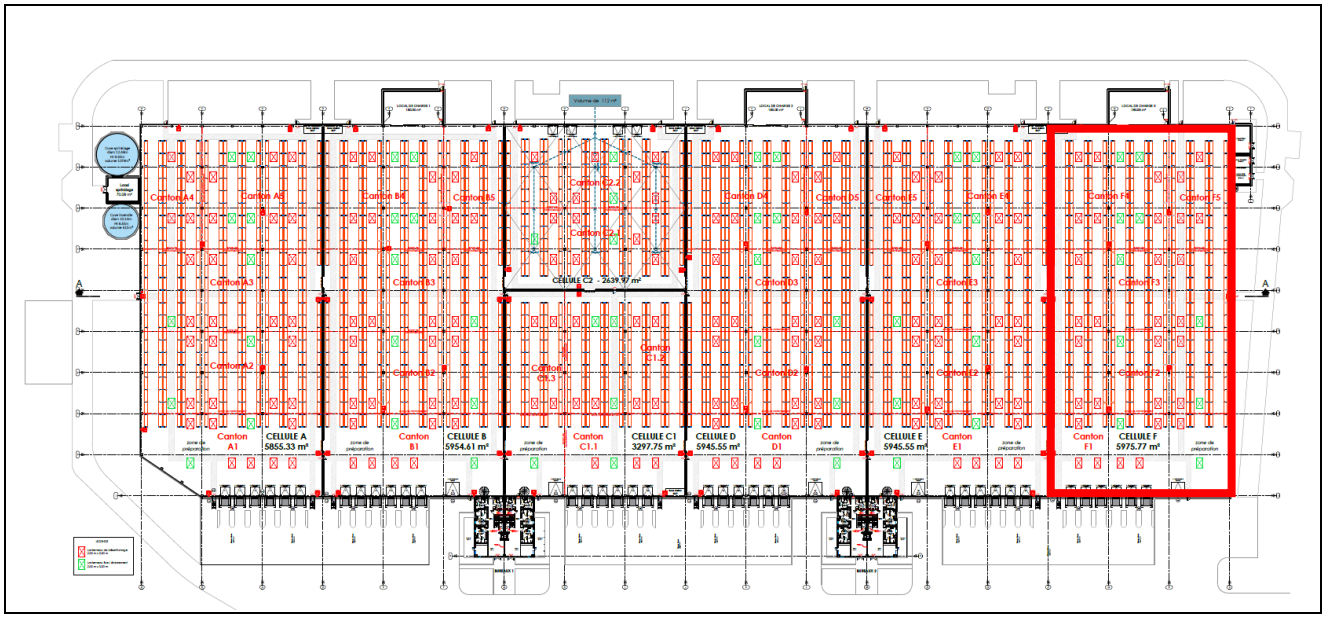


Figure 1: Découpage en cellule du site

6.2 Plate-forme

6.2.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	*Symbole*	*Valeurs retenues*	*Signification*
Dimensions	L x W x H_b	110,0 x 55,0 x 14,5 m	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	$A_{d/b}$	2,63E-02 km²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	$C_{d/b}$	0,5	Entouré d'objets plus petits
Protection existante contre les effets directs	P_B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K_{S1}	1	Aucun blindage

Tableau 17 : Données et caractéristiques de la structure

Justification des paramètres encodés

Paramètre $C_{d/b}$ (facteur d'emplacement)
Aucune structure n'a une hauteur plus importante à proximité.
Nous indiquons donc la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre PB (probabilité de dommages physiques sur une structure)
Le bâtiment n'est pas protégé par un SPF (Système de protection contre la foudre). Nous indiquons la valeur = 1
Dans un premier temps nous calculons R1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite **R_T** des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre Ks1 (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)
La zone n'est pas équipée d'un écran spatial. Nous indiquons la valeur = 1

6.2.2 Données et caractéristiques des services

Numéro de liaison	Nom de la ligne	LC	H	L_a x W_a x H_a	C_d	C_e	U_w	Ks3	P_{SPD}
1	Alimentation HT	1000	-	-	0,25	0,5	6kV	0,02	1
2	Distribution CFO	200	-	20,0 x 9,0 x 2,7m	0,25	0,5	4kV	0,02	1
3	Distribution CFO	500	-	-	0,25	0,5	2,5kV	0,02	1
4	Courant faible	1000	-	-	0,25	0,5	1,5kV	0,001	1

Tableau 18 : Données et caractéristiques des services

Nota : Les lignes étudiées correspondent à la zone de l'analyse de risque foudre.

Justification des paramètres encodés

Paramètre L_C (Longueur de la section du service)
La valeur indiquée correspond à la longueur de la ligne.
Nous indiquons la valeur 1000 m par défaut lorsque la longueur n'est pas connue.

Paramètres H (caractéristiques de la hauteur de la ligne)
La valeur indiquée correspond à la hauteur de la ligne aérienne.

Paramètres La, Wa, Ha (caractéristiques de la structure adjacente)
La valeur indiquée correspond aux dimensions du bâtiment raccordé à la ligne.

Paramètre C_d (facteur d'emplacement de ligne)
Les lignes sont enterrées, donc le reste de la structure est d'une hauteur bien plus importante, nous indiquons la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)
Le site se situe en zone suburbaine ce qui correspond à des hauteurs de bâtiments inférieure à 10m. Nous indiquons la valeur = 0,5 – zone suburbaine.

Paramètre U_w (Tension de tenue au choc des matériels)
Selon le guide UTE C 15-443, la tension de tenue aux chocs est de 6 kV pour la ligne d'alimentation HT, 4 kV pour les lignes d'alimentation BT, 2,5 kV pour les équipements BT et de 1,5 kV pour un réseau courant faible.

Paramètre K_{S3} (Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne)
Pour la ligne de puissance, nous choisissons la valeur Ks3 = 0,02 car nous considérons que c'est un câble non écranté avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².
Pour la ligne courant faible, nous choisissons la valeur Ks3 = 0,001, car nous considérons que c'est un câble avec écran de résistance R_S comprise entre $5 < R_S$ 20 /km relié à la liaison équipotentielle à ses deux extrémités et matériel connecté à la même liaison.

Paramètre P_{SPD} (probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres)
Le bâtiment n'est pas protégé par des parafoudres. Nous indiquons la valeur = 1

6.2.3 Données et caractéristiques de la zone de stockage

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	r_a / r_u	0,01	Béton
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service	P_{TU}	1	Aucune mesure de protection
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure	P_{TA}	1	Aucune mesure de protection
Dispositions réduisant la conséquence de feu	r_p	0,2	Automatiques
Risque d'incendie de la structure	r_f	0,1	Elevé
Pertes par dommages physiques (relatives à R1)	L_f	5×10^{-2}	Structure Industrielle
Présence d'un danger particulier	h_z	2	Risque Faible
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*	L_0	0	SO

Tableau 19 : Données et caractéristiques de la zone

Paramètre r_a / r_u (facteur de réduction associé au type de sol)

Type de sol ou de plancher	Résistance de contact kΩ[1]	r_a / r_u
Agricole, béton	≤1	10^{-2}
Marbre, céramique	1-10	10^{-3}
Gravier, moquette, tapis	10-100	10^{-4}
Asphalte, linoléum, bois	≥100	10^{-5}
(1) Valeurs mesurées entre une électrode de 400cm² comprimée avec une force de 500 N à point à l'infini.		

Tableau 20 : Paramètre ra / ru

Paramètre P_{TU} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)
Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre P_{TA} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)
Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre rp (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)
Le site est équipé de systèmes d'extinction automatiques. La valeur est = 0,2.

Paramètre rf (facteur de réduction associé au risque d'incendie)
Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence de substances inflammables en quantité importante et en l'absence d'information sur la charge calorifique des produits stockés. La valeur est = 0,1.
Ce tableau, issu de la norme NF EN 62 305-2, est donné à titre indicatif afin de connaitre les différents niveaux de risque d'incendie par rapport à la charge calorifique des différents produits stockés

Risque	Faible	Ordinaire	Elevé
Charge calorifique	<400MJ/m²	400MJ/m²< <800MJ/m²	>800MJ/m²

Tableau 21 : Paramètre rf

Paramètre Lf (pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques)

Type de Structure	L_f
Hôpitaux, hôtels, bâtiments civils	10^{-1}
Industrielle, commerciale, scolaire	5×10^{-2}
Publique, églises, musées	2×10^{-2}
Autres	10^{-2}

Tableau 22 : Paramètre Lf

Paramètre hz (facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial)

Type de danger particulier	h_z
Pas de danger particulier	1
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	2
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des évènements culturels ou sportifs avec nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	5
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées)	5
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des évènements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	10
Le risque de Dangers pour l'environnement a été retenu pour les raisons suivantes : Absence de risques d'émission de substances chimiques ou biologiques hors du site, effets latéraux contenus à l'intérieur du site.	20
Le risque de Contamination de l'environnement a été retenu pour les raisons suivantes : Présence de risques d'émission de substances chimiques ou biologiques hors du site et/ou effets latéraux contenus à l'intérieur du site.	50

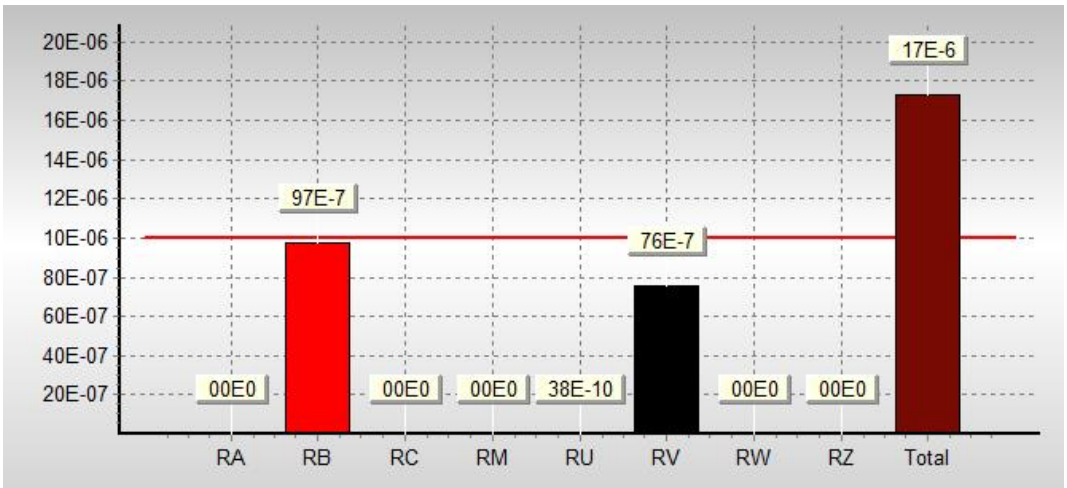
Tableau 23 : Paramètre hZ

Paramètre Lo (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)
Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer. Nous indiquons la valeur Lo = 0.

6.2.4 *Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)*

Sans protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	**Plate-forme**	**1,73 E^{-5}**	**>**	**1 x 10^{-5}**



Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
0,00E+00					0,00E+00
9,73E-06					9,73E-06
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
3,78E-09					3,78E-09
7,57E-06					7,57E-06
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
1,73E-05					**1,73E-05**

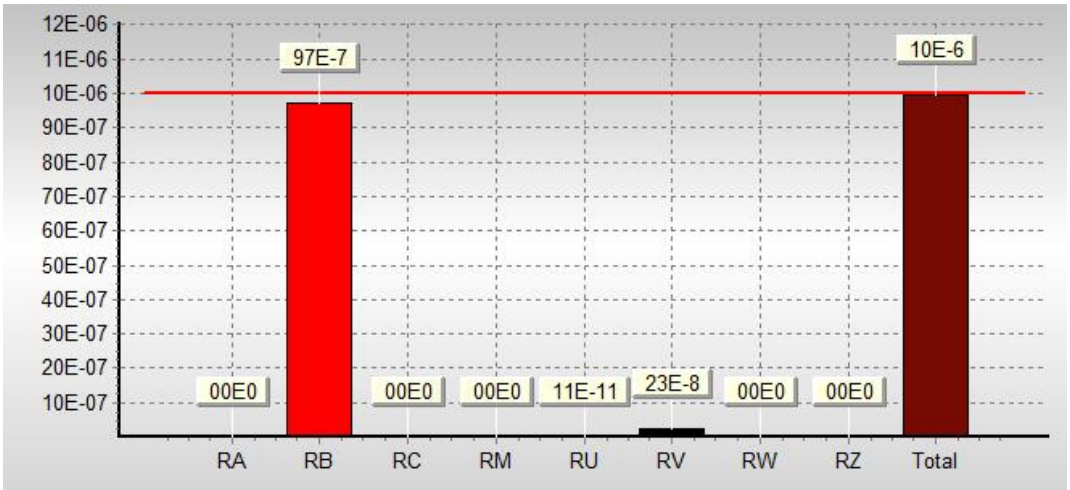
Figure 4: Résultat du calcul du risque R1 sans protections

La Plate-forme n'a pas un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation. Il est donc nécessaire de réduire ce risque à un niveau inférieur au Risque tolérable (Rt).

Il y a donc lieu de procéder à la mise en œuvre de mesures de protection afin que le risque calculé R1 soit < risque tolérable Rt1.

Analyse **avec** protections

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	**Plate-forme**	**9,96 x 10^{-6}**	**<**	**1 x 10^{-5}**



Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
0,00E+00					0,00E+00
9,73E-06					9,73E-06
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
1,14E-10					1,14E-10
2,27E-07					2,27E-07
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
9,96E-06					**9,96E-06**

Figure 5: Résultat du calcul du risque R1 avec protections

La Plate-forme a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation après la mise en place de protections contre la foudre.

Choix des mesures de protection

La composante de risque qui influence le plus défavorablement le résultat est **Rv.**

Caractéristiques de la structure ou du système interne Mesures de protection	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Surface équivalente d'exposition	X	X	X	X	X	X	X	X
Résistivité de surface du sol	X							
Résistivité du sol					X			
Restrictions physiques, isolation, avertissement, isolation équipotentielle du sol	X				X			
SPF	X[1)]	X	X[2)]	X[2)]	X[3)]	X[3)]		
Parafoudres coordonnés			X	X			X	X
Ecran spatial			X	X				
Réseaux externes écrantés					X	X	X	X
Réseaux internes écrantés			X	X				
Précautions de cheminement			X	X				
Réseau équipotentiel			X					
Précautions incendie		X				X		
Sensibilité au feu		X				X		
Danger particulier		X				X		
Tension de tenue aux chocs			X	X	X	X	X	X

1) Dans le cas de SPF naturel ou normalisé avec une distance entre conducteurs de descente inférieures à 10 m ou si une séparation physique n'est pas prévue, le risque lié à des blessures pour les êtres vivants dû à des tensions de contact et de pas est négligeable.

2) Uniquement pour les SPF extérieurs en grille.

3) En raison des équipotentialités.

Tableau 24 : Choix des protections foudre

Afin de réduire ces composantes sous la valeur tolérable, il faut mettre en place :

Un système de protection contre la foudre de niveau IV pour les effets indirects de la foudre (protection interne sur les lignes de puissance et de communication).

7. SYNTHESE

Cette Analyse de Risque Foudre a permis d'évaluer les risques et de déterminer les niveaux de protection à mettre en œuvre.

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

Structure	*Protection effets directs*	*Protection effets indirects*
Plate-forme	Protection non-obligatoire	Protection de **niveau IV**

Tableau 25: Synthèse des protections foudre

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

Zone	Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Bâtiment principal	Centrale de détection incendie	Oui
Poste Sprinkler	Motopompe Sprinkler et Jockey	Oui
	Surpresseur RIA (à confirmer)	Oui
	Centrale Sprinkler	Oui
Chaufferie	Centrale de détection gaz	Oui (Non si sécurité positive avec vanne de coupure sur arrivée de gaz normalement fermée)
Locaux de charge	Centrale de détection d'Hydrogène	Oui (Non si sécurité positive avec coupure de l'alimentation électrique)

Tableau 26: Synthèse des MMR

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

Zone	Nom
Bâtiment principal	Canalisations RIA
	Canalisations Sprinkler Postes sources 1à 6
Local Sprinkler	Canalisations Sprinkler
	Canalisations eau
Local chaufferie	Canalisation gaz

Tableau 27: Synthèse des liaisons équipotentielles à prévoir

Prévention : L'Analyse de Risque Foudre ne prévoit pas la mise en place d'une procédure de Prévention pendant les périodes orageuses.

L'Étude Technique, deuxième étape de la réglementation, permettra d'établir les préconisations spécifiques de protection contre les effets directs et indirects nécessaires. Elle apportera également des conseils vis-à-vis de la démarche de prévention.

NOTA :

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

ANNEXE 1

Analyse du Risque Foudre

NF EN 62305-2

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

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques
Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur

Nom : Martin GOIFFON
Adresse : 8 rue Jean Jaurès
Ville : Rennes
Code postal : 35000
Pays : FR
Raison sociale : RG CONSULTANT - Arc Atlantique
Numéro Qualifoudre : 071179534036

Client:

Client : PITCH PROMOTION
Description de la structure : BATIMENT
Ville : DERVAL

INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT

2. NORMES TECHNIQUES

3. STRUCTURE A PROTEGER

4. DONNEES D'ENTREES
   4.1 Densité de foudroiement.
   4.2 Données de la structure.
   4.3 Données des lignes électriques.
   4.4 Définition et caractéristiques des zones

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

6. EVALUATION DES RISQUES
   6.1 Risque R_1 perte en vies humaines
      6.1.1 Calcul du risque R_1
      6.1.2 Evaluation des risques R_1

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

8. CONCLUSIONS

9. APPENDICES

10. ANNEXES

1. CONTENU DU DOCUMENT

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

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
  mars 2006;

- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
  mars 2006;

- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
  mars 2006;

- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
  mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.
La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions. Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

Densité de foudroiement dans la ville de où se trouve la structure :

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

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :
A (m): 110 B (m): 55 H (m): 14,5

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: HT
- Ligne de puissance: CFO
- Ligne de puissance: cfo
- Ligne Telecom: cfa

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: Structure

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 Ad 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 Am 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 Al et Ai 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

6.1Risque 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: Structure
RB: 9,73E-06
RC: 0,00E+00
RM: 0,00E+00
RU(CFO): 3,96E-10
RV(CFO): 7,91E-07
RW(CFO): 0,00E+00
RZ(CFO): 0,00E+00
RU(CFO): 4,65E-10
RV(CFO): 9,31E-07
RW(CFO): 0,00E+00
RZ(CFO): 0,00E+00
RU(CFO): 9,44E-10
RV(CFO): 1,89E-06
RW(CFO): 0,00E+00
RZ(CFO): 0,00E+00
RU(CFA): 1,98E-09
RV(CFA): 3,96E-06
RW(CFA): 0,00E+00
RZ(CFA): 0,00E+00
Total: 1,73E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,73E-05

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 1,73E-05est 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 - Structure
RD = 56,2425 %
RI = 43,7575 %
Total = 100 %
RS = 0,0219 %
RF = 99,9781 %
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 - Structure (100 %)
- essentiellement due àdommages 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 = 56,2425 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure
RV (CFA) = 22,8691 %
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 composantes du risque supérieur à la valeur de risque.

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

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

- Pour la ligneLigne1 - HT:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne2 - CFO:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne3 - cfo:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne4 - cfa:
  - 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: Structure
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc (CFO) = 1,00E+00
Pc (CFO) = 1,00E+00
Pc (CFO) = 1,00E+00
Pc (CFA) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (CFO) = 1,00E-04
Pm (CFO) = 1,00E-04
Pm (CFO) = 1,00E-04
Pm (CFA) = 1,00E-04
Pm = 4,00E-04
Pu (CFO) = 3,00E-02
Pv (CFO) = 3,00E-02
Pw (CFO) = 1,00E+00
Pz (CFO) = 1,00E-01
Pu (CFO) = 3,00E-02
Pv (CFO) = 3,00E-02
Pw (CFO) = 1,00E+00
Pz (CFO) = 2,00E-01
Pu (CFO) = 3,00E-02

Pv (CFO) = 3,00E-02
Pw (CFO) = 1,00E+00
Pz (CFO) = 4,00E-01
Pu (CFA) = 3,00E-02
Pv (CFA) = 3,00E-02
Pw (CFA) = 1,00E+00
Pz (CFA) = 1,00E+00
ra = 0,01
rp = 0,2
rf = 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: Structure
RB: 9,73E-06
RC: 0,00E+00
RM: 0,00E+00
RU(CFO): 1,19E-11
RV(CFO): 2,37E-08
RW(CFO): 0,00E+00
RZ(CFO): 0,00E+00
RU(CFO): 1,40E-11
RV(CFO): 2,79E-08
RW(CFO): 0,00E+00
RZ(CFO): 0,00E+00
RU(CFO): 2,83E-11
RV(CFO): 5,67E-08
RW(CFO): 0,00E+00
RZ(CFO): 0,00E+00
RU(CFA): 5,94E-11
RV(CFA): 1,19E-07
RW(CFA): 0,00E+00
RZ(CFA): 0,00E+00
Total: 9,96E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 9,96E-06

8. CONCLUSIONS

Apres 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.

Date13/12/2021

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 110 B (m): 55 H (m): 14,5
Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits (Cd = 0,5)
Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km ² an) Ng = 0,37

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: HT
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT
Longueur (m) Lc = 1000
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)

Caractéristiques des lignes: CFO
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) Lc = 200
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 20 B (m): 9 H (m): 2,7
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: cfo
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) Lc = 500
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)

Caractéristiques des lignes: cfa
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) Lc = 1000
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure
Type de zone: Intérieur
Type de surface: Béton (ru = 0,01)
Risque d'incendie: élevé (rf = 0,1)
Danger particulier: Niveau de panique faible (h = 2)
Protections contre le feu: actionnés automatiquement (rp = 0,2)
zone de protection: Aucun bouclier
Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneCFO
- Connecté à la ligne HT
- câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
- Tension de tenue: 6,0 kV
- Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Réseaux interneCFO
- Connecté à la ligne CFO
- câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
- Tension de tenue: 4,0 kV
- Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Réseaux interneCFO
- Connecté à la ligne cfo
- câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
- Tension de tenue: 2,5 kV
- Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Réseaux interneCFA
- Connecté à la ligne cfa
- câblage: câble blindé 5 <R <= 20 ohm / km (Ks3 = 0,001)
- Tension de tenue: 1,5 kV
- Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure
Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001
Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05
Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la R1) = Lo0

Risque et composantes du risque pour la zone:Structure
Risque 1: Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =2,63E-02 km²
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,85E-01 km²
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =4,87E-03
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =1,01E-01

Lignes électriques

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

HT
Al = 0,021388 km²
Ai = 0,559017 km²

CFO
Al = 0,003318 km²
Ai = 0,111803 km²

cfo
Al = 0,010208 km²
Ai = 0,279508 km²

cfa
Al = 0,021388 km²
Ai = 0,559017 km²

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

HT
Nl = 0,000396
Ni = 0,020684
CFO
Nl = 0,000307
Ni = 0,020684
cfo
Nl = 0,000944
Ni = 0,051709
cfa
Nl = 0,001978
Ni = 0,103418

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc (CFO) = 1,00E+00
Pc (CFO) = 1,00E+00
Pc (CFO) = 1,00E+00
Pc (CFA) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (CFO) = 1,00E-04
Pm (CFO) = 1,00E-04
Pm (CFO) = 1,00E-04
Pm (CFA) = 1,00E-04
Pm = 4,00E-04
Pu (CFO) = 1,00E+00
Pv (CFO) = 1,00E+00
Pw (CFO) = 1,00E+00
Pz (CFO) = 1,00E-01
Pu (CFO) = 1,00E+00
Pv (CFO) = 1,00E+00
Pw (CFO) = 1,00E+00
Pz (CFO) = 2,00E-01
Pu (CFO) = 1,00E+00
Pv (CFO) = 1,00E+00
Pw (CFO) = 1,00E+00
Pz (CFO) = 4,00E-01
Pu (CFA) = 1,00E+00
Pv (CFA) = 1,00E+00
Pw (CFA) = 1,00E+00
Pz (CFA) = 1,00E+00

ANNEXE 2

Lexique

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

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

Niveau de protection	Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.
Parafoudre ou parasurtenseur	Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à dériver les ondes de courant entre deux éléments à l'intérieur de l'espace à protéger, tels que les éclateurs ou les dispositifs semi-conducteurs.
Paratonnerre	Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.
P.D.A	Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.
Point d'impact	Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.
Prise de terre	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.
Régime de neutre	Il caractérise le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur source et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation. Il est défini par deux lettres: • La première indique la position du neutre par rapport à la terre: **I**: neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance **T**: neutre directement à la terre • La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre: **T**: masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre) **N**: masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (**N-S**), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (**N-C**).
Réseau de masse	Ensemble des conducteurs d'un site reliés entre eux. Il se compose habituellement des conducteurs de protection, des bâtis, des chemins de câbles, des canalisations et des structures métalliques.
Réseau de terre	Ensemble des conducteurs enterrés servant à écouler dans la terre les courants externes en mode commun. Un réseau de terre doit être unique, équipotentiel et maillé.
Résistance de terre	Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms (Ω),

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

RG Consultant
INGÉNIERIE FOUDRE

25 Avenue des Saules (Métro B) – 69600 OULLINS – France
Tél. +33 (0)4 37 41 16 10 * Fax +33 (0)4 72 30 13 36

8 Rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France
Tél. +33 (0)2 30 02 79 98

Qualifoudre INERIS N° 07117953403 6

info@rg-consultant.com
www.rg-consultant.com

ÉTUDE TECHNIQUE FOUDRE

PITCH PROMOTION

CONSTRUCTION D'UNE PLATE-FORME LOGISTIQUE DERVAL (44)

PITCH PROMOTION
Construire l'avenir ensemble®

*SAS **RG Consultant** au capital de 20 000 Euros - R C S LYON 409733995 - SIRET 40973399500032*
APE 7490 B (Ingénieur conseil) T.V.A. FR 52 409 733 995
BNP PARIBAS NORD France ENTR 30004 02323 00011674064 78
Organisme de formation n° 826906449

PITCH PROMOTION

CONSTRUCTION D'UNE PLATE-FORME LOGISTIQUE DERVAL (44)

Référence document
RGC 26 470

RESUME :

Ce document représente l'Etude Technique Foudre du projet de plate-forme logistique de la société **PITCH PROMOTION** sur la commune de **DERVAL** dans le département de la Loire-Atlantique (44).

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

L'objectif est de rendre les installations ICPE en conformité vis-à-vis de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

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

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : **Martin GOIFFON** Date : 06/12/2021 Visa	Nom : **Loïc JACQUEMOT** Date : 14/12/2021 Visa	**A**

DIFFUSION :

AXE Rue Urbain Leverrier 351170 BRUZ Tél : 02.99.52.52.12	**RG CONSULTANT** **Arc Atlantique** 8 rue Jean Jaurès 35000 Rennes Tél. : +332 30 02 79 98 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 26 470	06/12/2021	Étude Technique

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR AXE

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Oui	Extrait DDE
Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant)	Oui	Extrait DDE
P.O.I (Plan d'Opération Interne)	Non	
Liste et implantation des EIPS ou MMR	Non	
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	Non	
Synoptique Courant fort	Non	
Synoptique Courant faible	Non	
Plan de masse	Oui	DPC Novembre 2021
Plan de coupe	Oui	DPC Novembre 2021
Plan des façades	Oui	DPC Novembre 2021
Plan de zonage ATEX	Non	
Analyse de Risque Foudre	Oui	RGC 26 469

Tableau 1 : Liste des documents

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

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

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

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 5

1.1 OBJET 5
1.2 PRESENTATION GENERALE DU SITE 6

2. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES 7

2.1 TEXTES REGLEMENTAIRES 7
2.2 NORMES DE REFERENCES 7

3. MÉTHODOLOGIE 8

3.1 PRESENTATION GENERALE 8
3.2 LIMITE DE L'ÉTUDE TECHNIQUE 8

4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE FOUDRE 9

4.1 SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE (SPF) 9
4.2 MESURES DE PREVENTION EN CAS D'ORAGE 9

5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS 10

5.1 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS 10
5.1.1 Réseau Normal 10
5.1.2 Réseau Secouru 10
5.1.3 Réseau Ondulé 10
5.1.4 Réseau photovoltaïque 10
5.2 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES 10
5.3 PROTECTION INCENDIE 11
5.4 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS 11
5.5 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES 11
5.6 SITUATIONS REGLEMENTAIRES 12
5.7 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION 15
5.8 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES 15

6. TRAVAUX A REALISER - EFFETS DIRECTS DE LA FOUDRE 16

6.1 DISPOSITIONS GENERALES 16
6.2 DIFFERENTS TYPES D'I.E.P.F 16
6.3 CHOIX DU TYPE D'I.E.P.F 19
6.4 MISE EN ŒUVRE DE L'I.E.P.F 19
6.4.1 Plate-forme 19
6.4.2 Dispositifs de descente et mise à la terre 21
6.5 MISE A LA TERRE DES CANALISATIONS 28
6.4.3 Mise à la terre des panneaux photovoltaïques 29

7. TRAVAUX A REALISER - EFFETS INDIRECTS DE LA FOUDRE 31

7.1 PARAFOUDRES SUR INSTALLATIONS PV 33
7.1.1 Principe de raccordement des parafoudres courant fort dans une installation PV 34
7.2 PROTECTION DES COURANTS FORTS 35
7.2.1 Détermination des caractéristiques des parafoudres type I et I + II 35
7.2.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II 36
7.2.3 Raccordement 37
7.2.4 Dispositif de deconnexion 37

7.3 PROTECTION DES LIGNES DE TELECOMMUNICATION 39
7.3.1 Protection par parafoudre 39
7.3.2 Protection par écrantage de ligne 40

8. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX 41

9. REALISATION DES TRAVAUX 42

10. VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS 42

10.1 VERIFICATION INITIALE 42
10.2 VERIFICATIONS PERIODIQUES 43
10.3 VERIFICATIONS SUPPLEMENTAIRES 43

11. TABLEAU DE SYNTHESE 44

ANNEXES

Annexe 1 : Note de calcul de la distance de séparation

Annexe 2 : Notice de Vérification et de Maintenance

Annexe 3 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

Dans le cadre de la création d'une plate-forme logistique de la société **PITCH PROMOTION** prévue sur la commune de **DERVAL**, une Etude Technique est réalisée.

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

L'Etude Technique, objet de ce document, est menée sur la base des résultats de l'Analyse du Risque Foudre réalisée par **RG CONSULTANT**, détaillés dans le rapport **RGC 26 469**.

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

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

1.2 Présentation générale du site

Figure 1: Plan de masse du site

Le site logistique se composera d'un bâtiment principal ayant une surface au sol de 36 325,19 m^2 et abritant :

- 6 cellules de 6 000m² de surface utile,
- Des locaux administratifs et sociaux,
- Des locaux techniques d'utilité, (3 locaux de charge, 1 chaufferie, 1 poste HT/BT, 1 poste sprinkler et ses deux cuves)
- Un bâtiment vestiaire à l'entrée du site.

2. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES

2.1 Textes réglementaires

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

Circulaire du 24 avril 2008 relative à l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

2.2 Normes de références

NF EN 62 305-1 (C 17-100-1) – juin 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux].

NF EN 62 305-2 (C 17-100-2) – novembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Évaluation du risque].

NF EN 62 305-3 (C 17-100-3) – décembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains].

NF EN 62 305-4 (C 17-100-4) – décembre 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 – octobre 2010 [Installations électriques basse tension].

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

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

NF EN 61 643-12 – Parafoudres BT

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

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

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

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

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

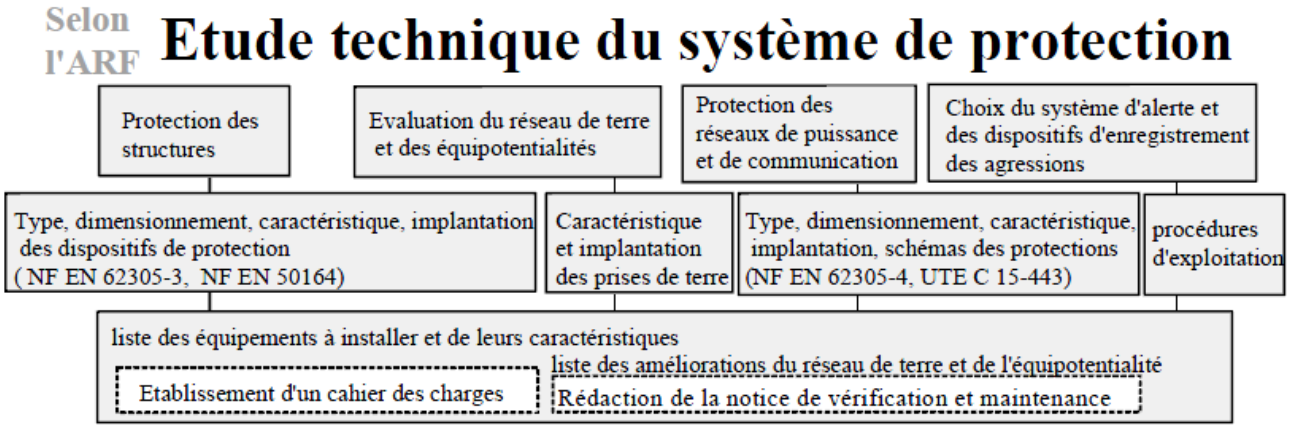
Guide UTE C 15-712 - Juillet 2010 [Installations photovoltaïques]

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

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Présentation générale

Le déroulement de l'Étude Technique doit être conforme à la méthodologie développée dans l'Arrêté Ministériel du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application.



3.2 Limite de l'Étude Technique

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

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** 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.

4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE FOUDRE

4.1 Système de protection contre la foudre (SPF)

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

Structure	*Protection effets directs*	*Protection effets indirects*
Plate-forme	Protection non-obligatoire	Protection de **niveau IV**

Tableau 2: Synthèse des protections foudre

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

Zone	Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Bâtiment principal	Centrale de détection incendie	Oui
Poste Sprinkler	Motopompe Sprinkler et Jockey	Oui
	Surpresseur RIA (à confirmer)	Oui
	Centrale Sprinkler	Oui
Chaufferie	Centrale de détection gaz	Oui (Non si sécurité positive avec vanne de coupure sur arrivée de gaz normalement fermée)
Locaux de charge	Centrale de détection d'Hydrogène	Oui (Non si sécurité positive avec coupure de l'alimentation électrique)

Tableau 3: Synthèse des MMR

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

Zone	Nom
Bâtiment principal	Canalisations RIA
	Canalisations Sprinkler Postes sources 1à 6
Local Sprinkler	Canalisations Sprinkler
	Canalisations eau
Local chaufferie	Canalisation gaz

Tableau 4: Synthèse des liaisons équipotentielles à prévoir

4.2 Mesures de prévention en cas d'orage

L'Analyse de Risque Foudre ne prévoit pas la mise en place d'une procédure de Prévention pendant les périodes orageuses.

5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS

5.1 Caractéristiques des courants forts

5.1.1 Réseau Normal

Le site sera alimenté en haute tension 20kV vers un poste de transformation HT/BT.
Le régime de neutre du réseau d'alimentation sera TN.

Les différentes cellules seront réparties comme suit :

Structure	Nombre Transformateur	Installations alimentées
Poste de transformation	1	Ensemble du site

Tableau 5 : Distribution BT

5.1.2 Réseau Secouru

Le site sera dépourvu de système de secours électrique de type groupe électrogène de sécurité.

5.1.3 Réseau Ondulé

Le site disposera d'un réseau ondulé sécurisant une partie des installations électriques du site.

RECENSEMENT ONDULEURS		
Localisation	**Références Distribution**	**Désignations onduleurs**
Bâtiment Administration	/	Onduleurs Informatique
Poste Onduleurs PV	Installations PV en toiture	Onduleurs PV

Tableau 6 : Réseau ondulé

5.1.4 Réseau photovoltaïque

Il est prévu en toiture une installation photovoltaïque destinée à la revente totale ou partielle sur le domaine public. Nous ne disposons à ce stade de l'étude d'aucune information sur la puissance installée ainsi que sur le positionnement en toiture des panneaux, onduleurs et cheminement des réseaux.

5.2 Caractéristiques des courants faibles

Le site sera raccordé au réseau ORANGE via une ligne souterraine de nature inconnue vers la zone administrative.

Les lignes de sécurité suivantes sont données:
- Ligne report d'alarme incendie/intrusion vers société de télésurveillance.

5.3 Protection incendie

Les mesures de prévention et d'extinction sont les suivantes :

Structure	Moyens protection			
	Dispositif	Report d'information	Relié à	Type
Entrepôt logistique	Extincteur, RIA, désenfumage, déclencheur manuels, détection, murs REI120 entre les différentes cellules	Oui	SDI	Boucle SSI
	Sprinklage	/	/	/
	Centrale de détection gaz chaufferie	Sans information	Sans information	Sans information
	Centrale de détection gaz locaux charge	Sans information	Sans information	Sans information
	SDI	Oui	Télésurveillance	Ligne analogique ou GSM
Local Sprinkler	Motopompe, Jockey, Centrale Sprinkler	Oui	SDI	Boucle SSI

Tableau 7 : Moyens de protection Incendie

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

5.4 Mise à la terre des installations

La nature du futur réseau de terre n'est pas définie à ce stade de l'étude.

5.5 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom	Nature	Mise à la terre
Bâtiment principal	Canalisations RIA	Non défini à ce stade du projet	Non défini à ce stade du projet
	Canalisations Sprinkler Postes sources 1 à 6		
Local Sprinkler	Canalisations Sprinkler		
	Canalisations eau		
Local chaufferie	Canalisation gaz		

Tableau 8 : Canalisations du site

Source : Selon infos clients

5.6 Situations Règlementaires

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

Rubrique	Désignation de la rubrique	Situation de l'établissement	Régime
	Classement en lien avec les activités de stockage « classiques »		
1510-2	**Stockage de matières, produits ou substances combustibles dans des entrepôts couverts.** 1. Entrant dans le champ de la colonne « évaluation environnementale systématique » en application de la rubrique 39.a de l'annexe de l'article R. 122-2 du Code de l'Environnement (A). 2. Autres installations que celles définies au 1, le volume des entrepôts étant : a) Supérieur ou égal à 900 000 m³ (A), b) Supérieur ou égal à 50 000 m³ mais inférieur à 900 000 m³ (E), c) Supérieur ou égale 5 000 m³ mais inférieur à 50 000 m³ (DC).	6 cellules présentant une surface comprise entre 5 855 et 5 975 m² présentant une hauteur sous-bac au faitage de 13,5 m **Volume total d'environ 481 000 m³**	***E***
2910-A.2	**Combustion à l'exclusion des activités visées par les rubriques 2770, 2771, 2971 ou 2931 et des installations classées au titre de la rubrique 3110 ou au titre d'autres rubriques de la nomenclature pour lesquelles la combustion participe à la fusion, la cuisson ou au traitement, en mélange avec les gaz de combustion, des matières entrantes** A. Lorsque sont consommés exclusivement, seuls ou en mélange, du gaz naturel, des gaz de pétrole liquéfiés, du biométhane, du fioul domestique, du charbon, des fiouls lourds, de la biomasse telle que définie au a ou au b (i) ou au b (iv) de la définition de biomasse, des produits connexes de scierie et des chutes du travail mécanique du bois brut relevant du b (v) de la définition de la biomasse, de la biomasse issue de déchets au sens de l'article L. 541-4-3 du code de l'environnement, ou du biogaz provenant d'installations classées sous la rubrique 2781-1, si la puissance thermique nominale est : 1) Supérieure ou égale à 20 MW mais inférieure à 50 MW (E), 2) Supérieur ou égal à 1 MW mais inférieur à 20 MW (DC).	Puissance thermique totale pour le site **3,8** MW (Deux chaudières de 1,9 MW)	***DC***
2925-1	**Atelier de charge d'accumulateurs.** 1. Lorsque la charge produit de l'hydrogène, la puissance maximale de courant continu utilisable pour cette opération étant supérieure à 50 kW (D)	Puissance totale **300 kW**	***D***
1436-2	**Liquides de point éclair compris entre 60° C et 93° C, à l'exception des boissons alcoolisées (stockage ou emploi de)** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 1 000 t (A), 2) Supérieure à 100 t, mais inférieure à 1000 t (DC).	Quantité stockée maximale : **200 tonnes**	***DC***
1450-2	**Solides inflammables (stockage ou emploi)** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 1 t (A), 2) Supérieure à 50 kg, mais inférieure à 1 t (D).	Quantité stockée maximale : **900 kg**	***D***
1630-2	**Soude ou potasse caustique (emploi ou stockage de lessives de).** Le liquide renfermant plus de 20 % en poids d'hydroxyde de sodium ou de potassium. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 250 t (A), 2) Supérieure ou égale à 100 t et inférieure à 250 t (D).	Quantité stockée maximale : **240 t**	***D***
4801-2	**Houille, coke, lignite, charbon de bois, goudron, asphalte, brais et matières bitumineuses.** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 500 t (A), 2) Supérieure ou égale à 50 t mais inférieure à 500 t. (D).	Quantité stockée maximale : **490 t**	***D***

4110-2	**Toxicité aiguë catégorie 1 pour l'une au moins des voies d'exposition, à l'exclusion de l'uranium et ses composés.** 2) Substances et mélanges liquides. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : a) Supérieure à 250 kg (A), b) Supérieure ou égale à 50 kg mais inférieure à 250 kg (DC).	Quantité stockée maximale : **200 kg**	***DC***
4120-2	**Toxicité aiguë catégorie 2, pour l'une au moins des voies d'exposition.** 2) Substances et mélanges liquides. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : a) Supérieure à 10 t (A), b) Supérieure ou égale à 1 t mais inférieure à 10 t (D).	Quantité stockée maximale : **9 t**	***D***
4130-2	**Toxicité aiguë catégorie 3 pour les voies d'exposition par inhalation.** 2) Substances et mélanges liquides. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : a) Supérieure à 10 t (A), b) Supérieure ou égale à 1 t mais inférieure à 10 t (D).	Quantité stockée maximale : **9 t**	***D***

4140-2	**Toxicité aiguë catégorie 3 pour la voie d'exposition orale (H301) dans le cas où ni la classification de toxicité aiguë par inhalation ni la classification de toxicité aiguë par voie cutanée ne peuvent être établies, par exemple en raison de l'absence de données de toxicité par inhalation et par voie cutanée concluantes.** 2) Substances et mélanges liquides. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : a) Supérieure à 10 t (A), b) Supérieure ou égale à 1 t mais inférieure à 10 t (D).	Quantité stockée maximale : **9 t**	***D***
4150-2	**Toxicité spécifique pour certains organes cibles (STOT) exposition unique catégorie 1.** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 20 t (A), 2) Supérieure ou égale à 5 t et inférieure à 20 t (D).	Quantité stockée maximale : **15 t**	***D***
4320-2	**Aérosols extrêmement inflammables ou inflammables de catégorie 1 ou 2, contenant des gaz inflammables de catégorie 1 ou 2 ou des liquides inflammables de catégorie 1.** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 150 t (A), 2) Supérieure ou égale à 15 t et inférieure à 150 t (D).	Quantité stockée maximale : **60 t**	***D***
4321-2	**Aérosols extrêmement inflammables ou inflammables de catégorie 1 ou 2, ne contenant pas de gaz inflammables de catégorie 1 ou 2 ou des liquides inflammables de catégorie 1.** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 5 000 t (A), 2) Supérieure ou égale à 500 t et inférieure à 5 000 t (D).	Quantité stockée maximale : **350 t**	***NC***
4330-2	**Liquides inflammables de catégorie 1, liquides inflammables maintenus à une température supérieure à leur point d'ébullition, autres liquides de point éclair inférieur ou égal à 60 °C maintenus à une température supérieure à leur température d'ébullition ou dans des conditions particulières de traitement, telles qu'une pression ou une température élevée.** La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines étant : 1) Supérieure ou égale à 10 t (A), 2) Supérieure ou égale à 1 t mais inférieure à 10 t (DC),	Quantité stockée maximale : **1 t**	***DC***
4331-3	**Liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la rubrique 4330** La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines étant : 1) Supérieure ou égale à 1 000 t (A), 2) Supérieure ou égale à 100 t mais inférieure à 1 000 t (E), 3) Supérieure ou égale à 50 t mais inférieure à 100 t (DC).	Quantité stockée maximale : **90 t**	***DC***
4441-2	**Liquides comburants catégories 1, 2 ou 3.** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 50 t (A), 2) Supérieure ou égale à 2 t mais inférieure à 50 t (D).	Quantité stockée maximale : **4 t**	***D***

4510-2	**Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aiguë 1 ou chronique 1.** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 100 t (A), 2) Supérieure ou égale à 20 t mais inférieure à 100 t. (DC).	Quantité stockée maximale : **25 t**	***DC***
4511-2	**Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie chronique 2.** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 200 t (A), 2) Supérieure ou égale à 100 t mais inférieure à 200 t. (DC).	Quantité stockée maximale : **100 t**	***DC***
4718-1.b	**Gaz inflammables liquéfiés de catégorie 1 et 2 (y compris GPL) et gaz naturel (y compris biogaz affiné, lorsqu'il a été traité conformément aux normes applicables en matière de biogaz purifié et affiné, en assurant une qualité équivalente à celle du gaz naturel, y compris pour ce qui est de la teneur en méthane, et qu'il a une teneur maximale de 1 % en oxygène).** La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines (strates naturelles, aquifères, cavités salines et mines désaffectées hors gaz naturellement présent avant exploitation de l'installation) étant : 1. Pour le stockage en récipients à pression transportables : a) Supérieure ou égale à 35 t (A), b) Supérieure ou égale à 6 t, mais inférieure à 35 t (DC).	Quantité stockée maximale : **3 t**	***NC***
4734-2.c	**Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution : essences et naphtas : kérosènes (carburants d'aviation compris) ; gazole (gazole diesel, gazole de chauffage domestique et mélanges de gazoles compris) ; fioul lourd ; carburants de substituions pour véhicules, utilisés aux mêmes fins et aux mêmes usages et présentant des propriétés similaires en matières d'inflammabilité et de danger pour l'environnement.** La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines étant : 2. Pour les autres stockages : a) Supérieure ou égale à 1 000 t (A) b) Supérieure ou égale à 100 t d'essence ou 500 t au total, mais inférieure à 1 000 t au total (E) c) Supérieure ou égale à 50 t au total, mais inférieure à 100 t d'essence et inférieure à 500 t au total (DC)	Quantité stockée maximale : **2 t**	***NC***
4741-2	**Les mélanges d'hypochlorite de sodium classés dans la catégorie de toxicité aquatique aiguë 1 [H400] contenant moins de 5 % de chlore actif et non classés dans aucune des autres classes, catégories et mentions de danger visées dans les autres rubriques pour autant que le mélange en l'absence d'hypochlorite de sodium ne serait pas classé dans la catégorie de toxicité aiguë 1 [H400].** La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1) Supérieure ou égale à 200 t (A), 2) Supérieure ou égale à 20 t mais inférieure à 200 t. (DC).	Quantité stockée maximale : **25 t**	***DC***

4755-2.b	**Alcool de bouche d'origine agricole et leurs constituants (distillats, infusions, alcool éthylique d'origine agricole, extraits et arômes) présentant des propriétés équivalentes aux substances classées dans les catégories 2 ou 3 des liquides inflammables.** 2. Dans les autres cas et lorsque le titre alcoométrique volumique est supérieur à 40 % : la quantité susceptible d'être présente étant : a) Supérieure ou égale à 500 m³ (A), b) Supérieure ou égale à 50 m³ (DC).	Quantité maximale stockée : **300 m³**	***DC***

Tableau 9 : Rubriques ICPE

Certaines de ces rubriques sont visées par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié. Les installations qui les concernent sont donc soumises au respect des prescriptions de cet arrêté ministériel.

5.7 Zones à risques d'explosion

Aucune zone ATEX Z0 ou Z20 ne peut être rencontrée à l'extérieur des installations et directement impactable par la foudre ou est confinée dans une enveloppe métallique d'épaisseur conforme à la norme 62305-3.
Le risque d'explosion ne sera donc pas retenu.

5.8 Mesures de maîtrise des risques

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

Organes de sécurité		Susceptibilité à la foudre
Bâtiment principal	Centrale de détection incendie	Oui
Poste Sprinkler	Motopompe Sprinkler et Jockey	Oui
	Surpresseur RIA (à confirmer)	Oui
	Centrale Sprinkler	Oui
Chaufferie	Centrale de détection gaz	Oui (Non si sécurité positive avec vanne de coupure sur arrivée de gaz normalement fermée)
Locaux de charge	Centrales de détection d'Hydrogène	Oui (Non si sécurité positive avec coupure de l'alimentation électrique)

Tableau 10 : Liste des équipements de sécurité

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

6. TRAVAUX A REALISER - EFFETS DIRECTS DE LA FOUDRE

6.1 Dispositions générales

Son rôle est :

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

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

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

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

6.2 Différents types d'I.E.P.F

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

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

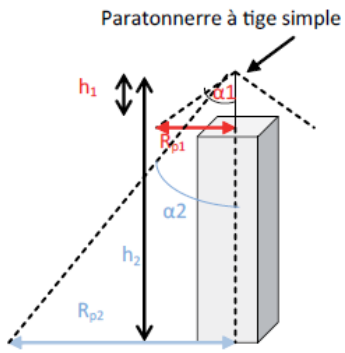
Ils peuvent être constitués par une combinaison des composants suivants :
- tiges simples,
- fils tendus,
- cages maillées et/ou composants naturels…

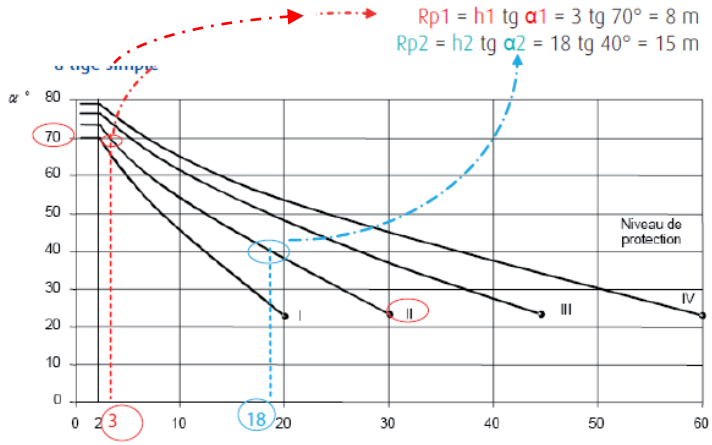
Ces composants doivent être installés aux coins, aux points exposés et sur les rebords suivant 3 méthodes :

- **Tiges simples**

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

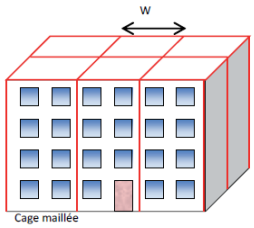
L'angle de protection concernant la zone protégée par ces tiges dépend du niveau de protection requis sur le bâtiment concerné et de la hauteur du dispositif de capture au-dessus du volume à protéger.





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

- **Cages maillées**

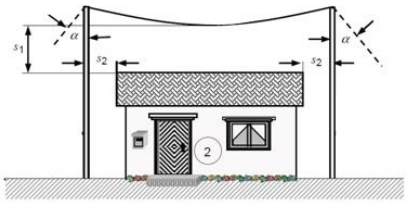


La protection par cage maillée consiste en la réalisation sur le bâtiment d'une cage à mailles reliées à des prises de terre.
Le système à cage maillée répartit l'écoulement des courants de foudre entre les diverses descentes, et ceci d'autant mieux que les mailles sont plus serrées.
La largeur des mailles en toiture et la distance moyenne entre deux descentes dépendent du niveau de protection requis sur le bâtiment.

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

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

- **Fils tendus**



Ce système est composé d'un ou plusieurs conducteurs tendus au-dessus des installations à protéger.
Les conducteurs doivent être reliés à la terre à chacune de leur extrémité.
L'installation de fils tendus doit tenir compte de la tenue mécanique, de la nature de l'installation et des distances d'isolement.

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

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

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

Tableau 11 : Rayon de protection des PDA

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

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

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

Tableau 12 : Avantages et inconvénients par SPF

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

La surface des bâtiments étant importante, nous conseillons de protéger ces zones à l'aide d'une protection par **paratonnerre à dispositif d'amorçage**, car :

- Une solution de protection par tiges simples et cages maillées serait complexe à mettre en œuvre et très onéreuse.
- L'utilisation de composants naturels n'est pas possible car les éléments métalliques de construction ne permettent pas de constituer des parties du SPF,
- La protection par fils tendus n'est applicable que pour les zones ouvertes ou bâtiment de petites tailles.

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

6.4 Mise en œuvre de l'I.E.P.F

6.4.1 Plate-forme

6.4.1.1 Niveau de protection à atteindre

Le Bâtiment peut être protégé par un **SPF de niveau IV à titre d'optimisation**. (Absence d'obligation selon l'ARF)

6.4.1.2 Dispositif de capture

Les travaux à mettre en œuvre sont :

- L'installation de **6 PDA** testables (l'installateur devra fournir à l'exploitant le système de test en même temps que les PDA).

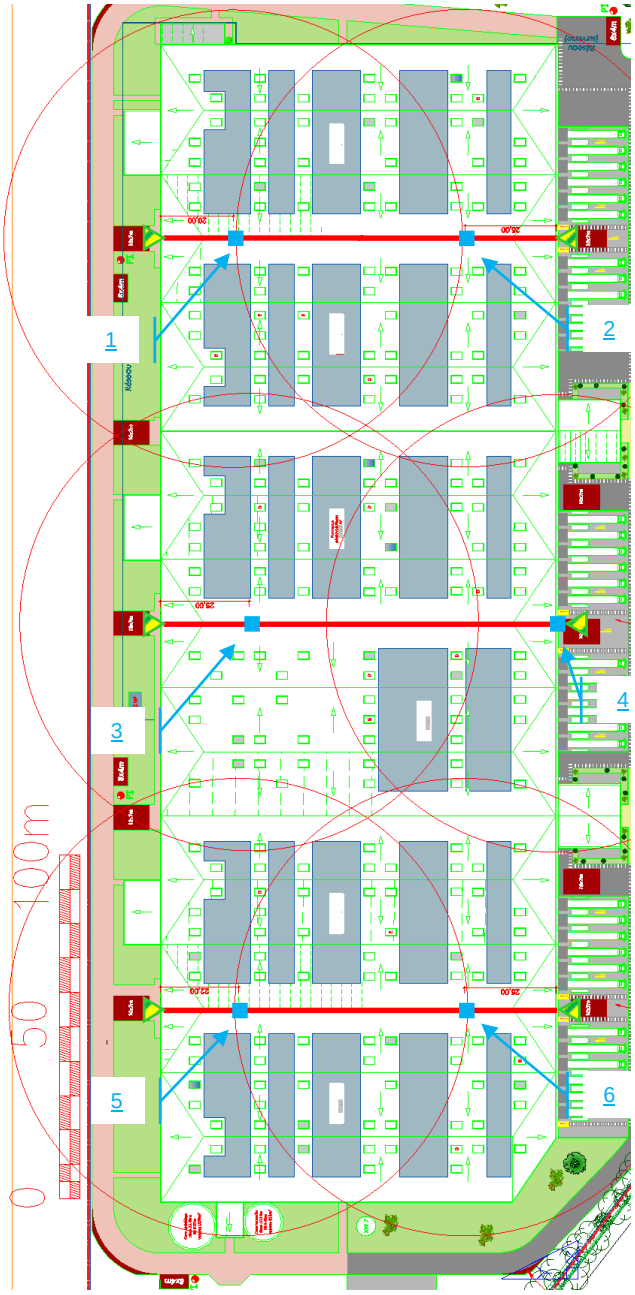
Les caractéristiques des dispositifs de capture sont décrites dans le tableau suivant :

Paratonnerre	Hauteur des mâts	Δt	Niveau de protection	Rayon de protection
6 PDA	5 mètres	60 µs	IV	64,2 m

Tableau 13 : I.E.P.F à installer

Le haut du PDA doit être installé à au moins 2 m au-dessus de la zone qu'il protège, y compris les antennes, les tours de refroidissement, les toits, les réservoirs, etc.

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



Plan 1: Implantation des paratonnerres, conducteurs de descente et prises de terre

Légende :			
	Rayon de protection 64,2 m (réduction des 40% appliquée)		PDA sur mât de 5 m
	Prise de terre à créer		Conducteur de descente à créer

Tableau 14 : Légende des I.E.P.F à installer

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

6.4.2 Dispositifs de descente et mise à la terre

6.4.2.1 Conducteurs de descente

Pour un SPF à dispositif d'amorçage non isolé, chaque PDA doit être connecté à au moins deux conducteurs de descente. Néanmoins, la norme NFC 17102 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 descente spécifique est nécessaire.

La distance de séparation la plus défavorable calculée est de :
(Le détail du calcul est présenté en annexe 1)

	PDA 1-2-3-4-5-6
Distance de séparation dans l'air	1,3 m
Distance de séparation dans le béton	2,5 m

Tableau 15 : Distances de séparation

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

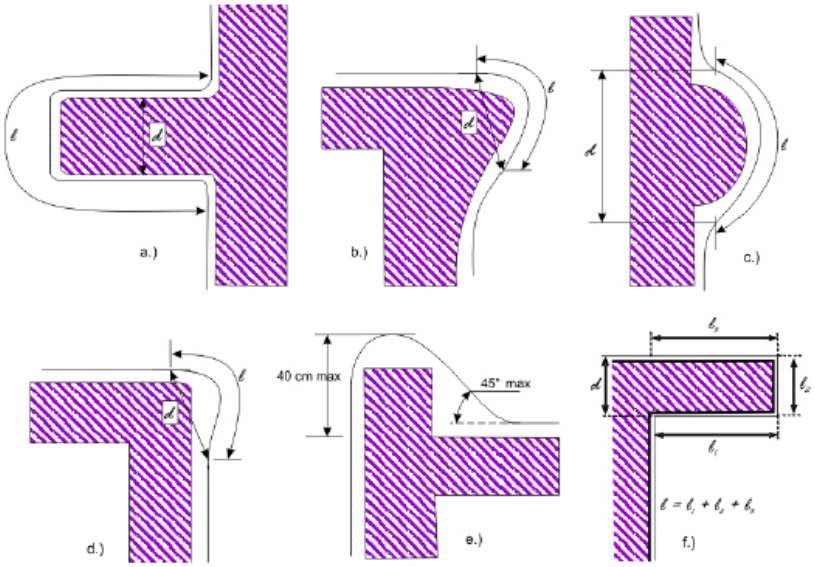
Les courants forts/faibles devront être blindés (caméras, antenne hertzienne) ou protégés à l'aide de parafoudres (parafoudres BT et coaxiaux) en cas de non-respect de cette distance de séparation.

6.4.2.2 *Cheminement des conducteurs de descente*

Les conducteurs de descente doivent être installés de sorte que leurs cheminements soient aussi directs et aussi courts que possible, en évitant les angles vifs et les sections ascendantes (les 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 45º ou moins. Il est rappelé que la règle principale pour le cheminement des conducteurs de descente est la distance de séparation calculé au chapitre 6.4.2.1 de cette étude.



ℓ : longueur de la boucle, en mètres
d : largeur de la boucle, en mètres
Le risque de rupture du diélectrique est évité si la condition $d>\ell/20$ est respectée.

Figure 2 : Formes de courbure des conducteurs de descente

Les conducteurs de descente, pour les PDA, 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**.

6.4.2.3 *Matériaux et dimensions*

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

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

Matériau	Configuration	Section minimale
Cuivre, cuivre étamé, acier galvanisé à chaud, acier inoxydable	Plaque pleine (épaisseur min. 2 mm)	50 mm²
Aluminium	Plaque pleine (épaisseur min. 3 mm)	70 mm²

Tableau 16: Nature des conducteurs de descente

6.4.2.4 *Joint de contrôle*

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

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

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

6.4.2.5 *Compteur de coups de foudre*

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

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

Dans notre cas, la solution retenue est le compteur de coups de foudre sur 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**.

6.4.2.6 *Autorisation d'intervention à proximité des réseaux*

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

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

6.4.2.7 *Prise de terre*

Une prise de terre de type B (boucle) peut être réalisé si **le fond de fouille est supérieur ou égal à 50mm²**, sinon il y aura lieu de prévoir **une prise de terre type A au bas de chaque descente**.
Au total, **6 prises de terre** devront être créées afin de relier les installations à la terre.

Les prises de terre type A doivent satisfaire les exigences suivantes :

- la valeur de résistance mesurée à l'aide d'un équipement classique doit être la plus basse possible (**inférieure à 10 Ω**). Cette résistance doit être mesurée au niveau de la prise de terre isolée de tout autre composant conducteur.

- 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.

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

- Patte d'oie

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,

Exemple : trois conducteurs de 7 m à 8 m de long, enterrés à l'horizontale, à une profondeur minimum de 50 cm.

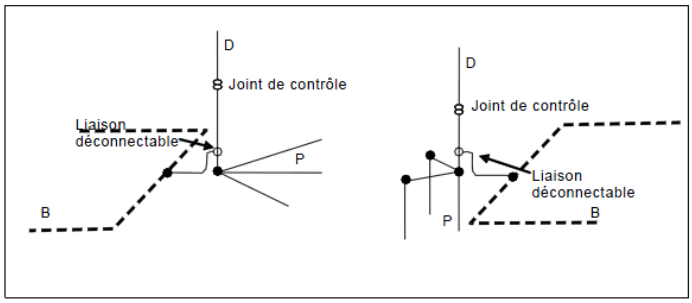
- Prise de terre ligne ou triangle

Chaque prise de terre type A sera composée de plusieurs électrodes verticales de longueur totale **minimum de 5 m (6m pour les PDA)** à une profondeur minimum de **50 cm** :

- disposées en ligne ou en triangle et séparées les unes des autres par une distance égale à au moins la longueur enterrée ;

- interconnectées par un conducteur enterré identique au conducteur de descente ou aux caractéristiques compatibles avec ce dernier.

Le nombre minimal d'électrode de terre doit être de deux.



D : conducteurs de descente
B : boucle au niveau des fondations du bâtiment
P : mise à la terre du SPF à dispositif d'amorçage

Figure 3 : Schéma de principe « prise de terre »

Pour les prises de terre selon NF EN 62305-3,

Configuration de la prise de terre **Type B** :

Cette disposition comprend soit une boucle extérieure à la structure en contact avec le sol sur une longueur d'au moins 80 % de la boucle, soit une prise de terre à fond de fouille, à condition qu'elle soit constituée d'un conducteur de 50 mm². De plus, lorsqu'il s'agit d'une installation en PDA, il convient que chaque conducteur de descente soit au moins connecté à une électrode horizontale de longueur 4 m minimum ou à une électrode verticale de longueur 2 m minimum.

Il convient que la prise de terre en boucle soit, de préférence, enterrée à **au moins 0,5 m de profondeur et à au moins 1 m à l'extérieur des murs**.

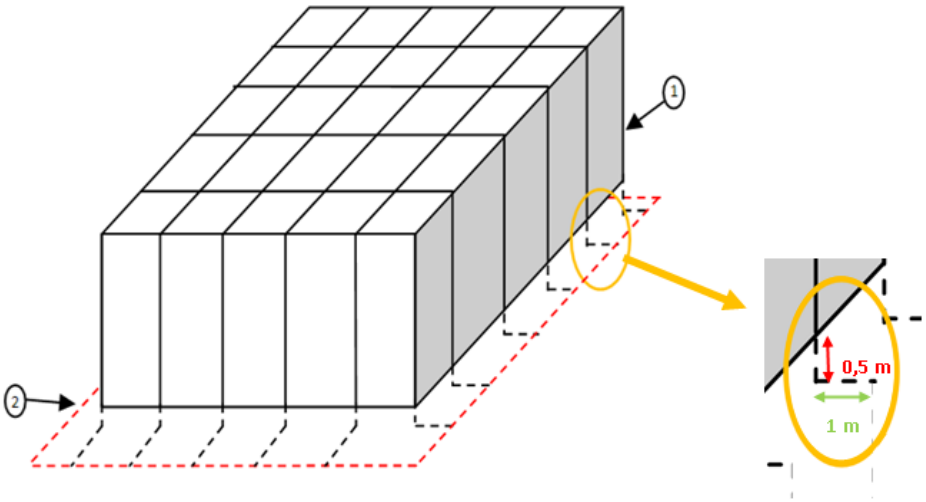


Schéma de principe « prise de terre type B »

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

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

Matériau	Configuration	Dimensions minimales			Observations
		Tige de terre ∅ mm	Conducteur de terre	Plaque de terre mm	
Cuivre	Torsadé 3)		50 mm²		Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
	Rond plein 3)		50 mm²		Diamètre 8 mm
	Plaque pleine 3)		50 mm²		Epaisseur min. 2 mm
	Rond plein	15 8)			
	Tuyau	20			Epaisseur min. paroi 2 mm
	Plaque pleine			500 x 500	Epaisseur min. 2 mm
	Plaque torsadée			600 x 600	25 mm x 2 mm section Configuration de longueur minimale d'une plaque torsadée: 4,8 m
Acier	Rond plein galv.1), 2)	16 9)	Diamètre 10 mm		
	Tuyau galv.1), 2)	25			Epaisseur min. paroi 2 mm
	Bande pleine galv.1)		90 mm²		Epaisseur min. 3 mm
	Plaque pleine galv.1)			500 x 500	Epaisseur min. 3 mm
	Treillis galv.1)			600 x 600	30 mm x 3 mm section
	Rond cuivre plein revêtu4)	14			250 µm rayon minimum Revêtement Cu de 99,9 %
	Rond plein nu 5)		Diamètre 10 mm		
	Nu ou galv. plaque pleine5), 6)		75 mm²		Epaisseur min 3 mm
	Torsadé galv.5) 6)		70 mm²		Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
	Profilé galvanisé en croix1)	50 x 50 x 3			
Acier inoxy-dable7)	Rond plein	15	Diamètre 10 mm		
	Plaque pleine		100 mm²		Epaisseur min. 2 mm

Tableau 17 : Nature des prises de terre selon la norme

6.4.2.8 Dispositions complémentaires pour les prises de terre

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 :

$$160 \text{ (respectivement 100 m)} < L1 + 2xL2$$

Pour une prise de terre de Type B, lorsqu'une valeur de 10 ohms ne peut être obtenue, il convient que la longueur cumulée des n électrodes supplémentaires soit de :

- 160 m pour le niveau de protection I (respectivement 100 m pour les autres niveaux de protection) pour une électrode horizontale ;
- 80 m pour le niveau de protection I (respectivement 50 m pour les autres niveaux de protection) pour les électrodes verticales ;
- ou une combinaison telle qu'expliquée ci-avant pour une prise de terre de Type A.

6.4.2.9 Equipotentialité des prises de terres

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

6.4.2.10 Condition de proximité

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

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

6.4.2.11 Tension de contact et de pas

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

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

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

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

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

6.5 Mise à la terre des canalisations

Une mise à la terre des différentes canalisations devra être réalisée par le biais de la terre électrique, de la structure métallique du bâtiment ou des prises de terre foudre à l'aide d'un conducteur normalisé NFEN 62 305.

Zone	Nom
Bâtiment principal	Canalisations RIA
	Canalisations Sprinkler Postes sources 1-2-3-4-5-6
Local Sprinkler	Canalisations Sprinkler
	Canalisations eau
Local chaufferie	Canalisation gaz

Tableau 18 : Canalisations entrantes

Ces liaisons devront se faire au point de pénétration dans le bâtiment par l'intermédiaire d'un conducteur en cuivre nu de section 16 mm² minimum ou équivalent.

6.4.3 *Mise à la terre des panneaux photovoltaïques*

Les travaux à mettre en œuvre sont :

D'après la norme **IEC 61643-32** la mise à la terre des panneaux photovoltaïques devra être effectuée par un conducteur en Cuivre nu de section 16 mm² minimum, interconnecté aux structures métalliques de support des panneaux.

Ce réseau équipotentiel devra être interconnecté avec le réseau de terre du site, ainsi que le réseau de descente foudre.

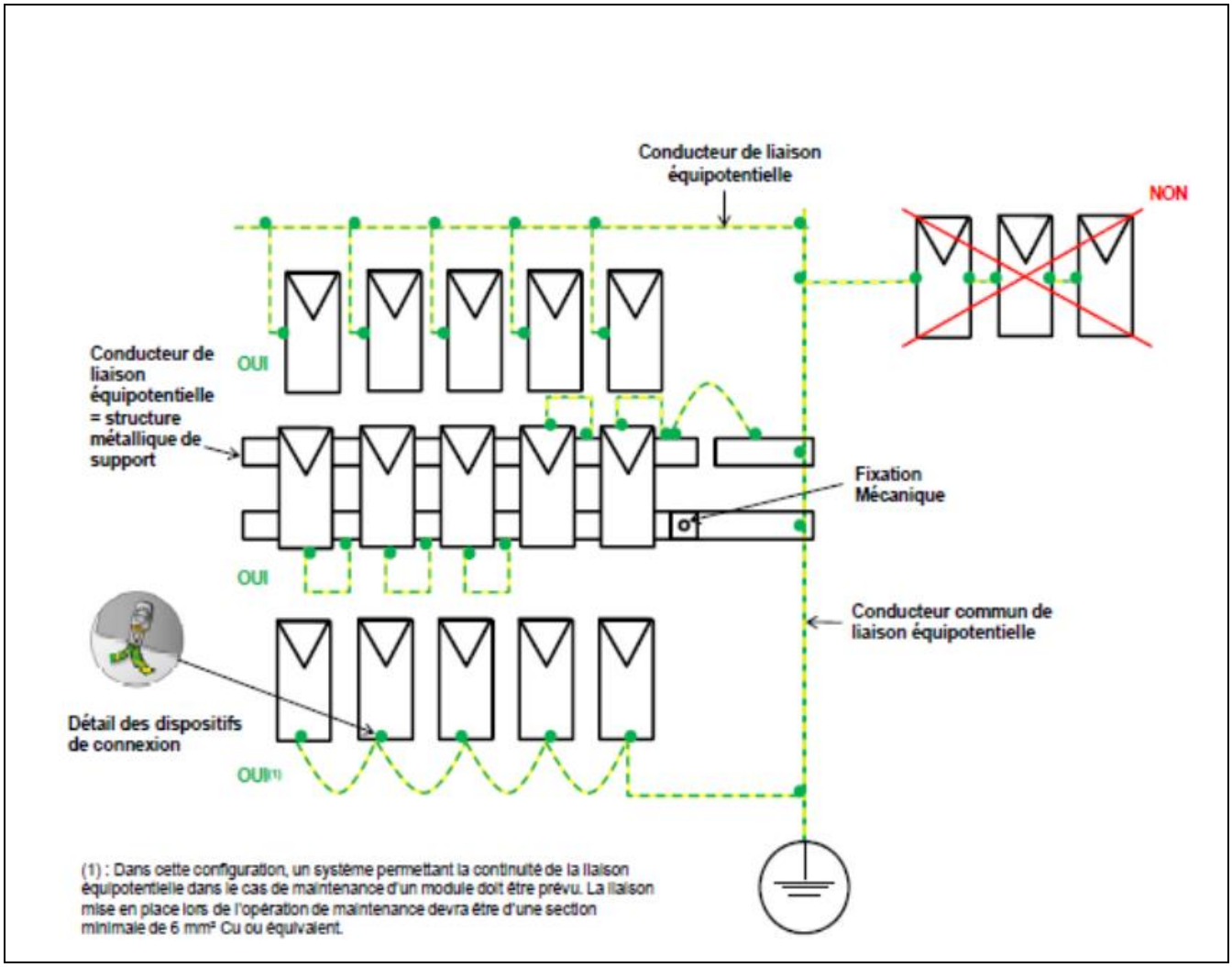
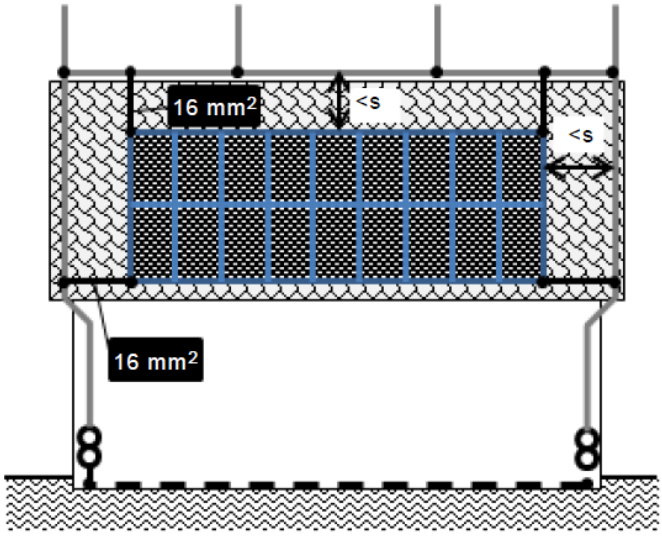


Figure 4 : Exemple de mise à la terre des panneaux photovoltaïques



NOTE Il est recommandé de positionner le dispositif de capture du système de protection contre la foudre de manière à éviter un coup de foudre direct sur le groupe photovoltaïque et à réduire simultanément le plus possible les ombres produites sur les modules photovoltaïques.

Figure 5 : Exemple de bâtiment comportant une installation extérieure du système de protection contre la foudre – Dimensions des conducteurs de liaison équipotentielle en cas de non-maintien de la distance de séparation (s)

7. TRAVAUX A REALISER - EFFETS INDIRECTS DE LA FOUDRE

Les résultats de l'analyse de risque aboutissent à une **protection obligatoire** contre les **effets indirects de niveau IV** sur le site **PITCH PROMOTION** de **DERVAL (44)**.

Une protection devra être mise en place :

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

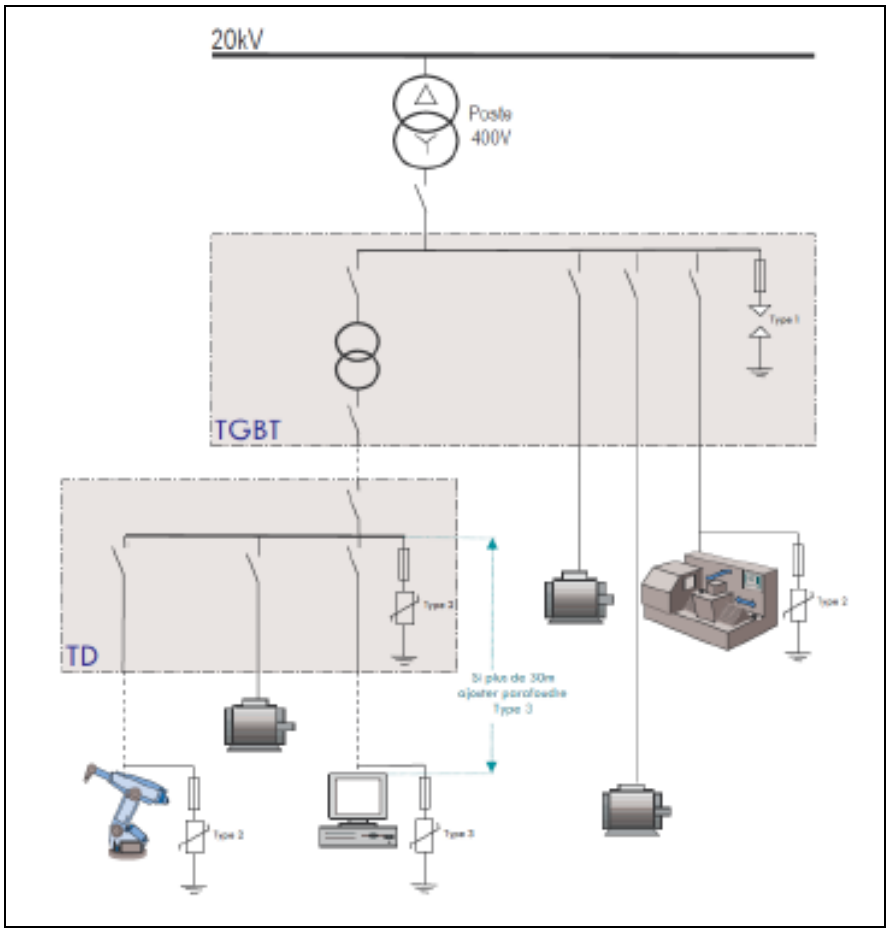


Figure 6 : Principe de protection par parafoudres

Nous préconisons :

Bâtiment	*Armoire*	*Préconisation*
Bâtiment principal	*TGBT*	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
	TDC1	
	TDC2	
	TDC3	
	TDC4	
	TDC5	
	TDC6	
Poste Sprinkler	*TD*	Installation d'un Parafoudre : – Type 1+2 si alimentation depuis TGBT via fourreau extérieur souterrain. – Type 2 si alimentation depuis TGBT via chemin de câble interne au bâtiment.

***Tableau 19 :* Protection type 1**

Bâtiment	Installation	*Préconisation*
Bâtiment principal	*SDI*	Installation d'un parafoudre de type 2 (si écarté de plus de 10 mètres filaire du TGBT)
Poste Sprinkler	*Centrale Sprinkler*	Installation d'un parafoudre de type 2 (si écarté de plus de 10 mètres filaire du TGBT)
Chaufferie	*Centrale gaz (non concerné si sécurité positive)*	Installation d'un parafoudre de type 2 (si écarté de plus de 10 mètres filaire du TGBT)
Local de charge 1	*Centrale gaz (non concerné si sécurité positive)*	Installation d'un parafoudre de type 2 (si écarté de plus de 10 mètres filaire du TGBT)
Local de charge 2	*Centrale gaz (non concerné si sécurité positive)*	Installation d'un parafoudre de type 2 (si écarté de plus de 10 mètres filaire du TGBT)
Local de charge 3	*Centrale gaz (non concerné si sécurité positive)*	Installation d'un parafoudre de type 2 (si écarté de plus de 10 mètres filaire du TGBT)
Bâtiment principal	*Télétransmetteur*	Installation d'un parafoudre de type 2 (si écarté de plus de 10 mètres filaire du TGBT)

***Tableau 20 :* Protection type 2**

Bâtiment	Installation	*Préconisation*
Bâtiment principal	Ligne report d'alarme Télétransmetteur	Parafoudres CFA de type 1
	Lignes téléphoniques	Parafoudres CFA de type 1

Tableau 21 : Protection CFA

7.1 Parafoudres sur installations PV

Des protections par parafoudres devront être installées sur différentes armoires et coffrets électriques afin de protéger l'ensemble du réseau de production d'énergie photovoltaïque selon UTE 15-712 et IEC 61 643-32.

Installation	Emplacement	Type de protection
Centrale PV	1	Parafoudre A.C. Type 1+2 à installer sur le TGBT PV (si indépendant du TGBT de raccordement)
	2	Parafoudre Type 2 (Type 1 en cas de non-respect de la distance de séparation avec SPF en toiture) à installer coté A.C. des onduleurs
	3	Parafoudre Type 2 (Type 1 en cas de non-respect de la distance de séparation avec SPF en toiture) à installer coté D.C. des onduleurs
	4	Parafoudre D.C. Type 2 (Type 1 en cas de non-respect de la distance de séparation avec SPF en toiture) à installer sur chaque boite de jonction de groupe en toiture

Tableau 22 : Protection parafoudre pour installation PV

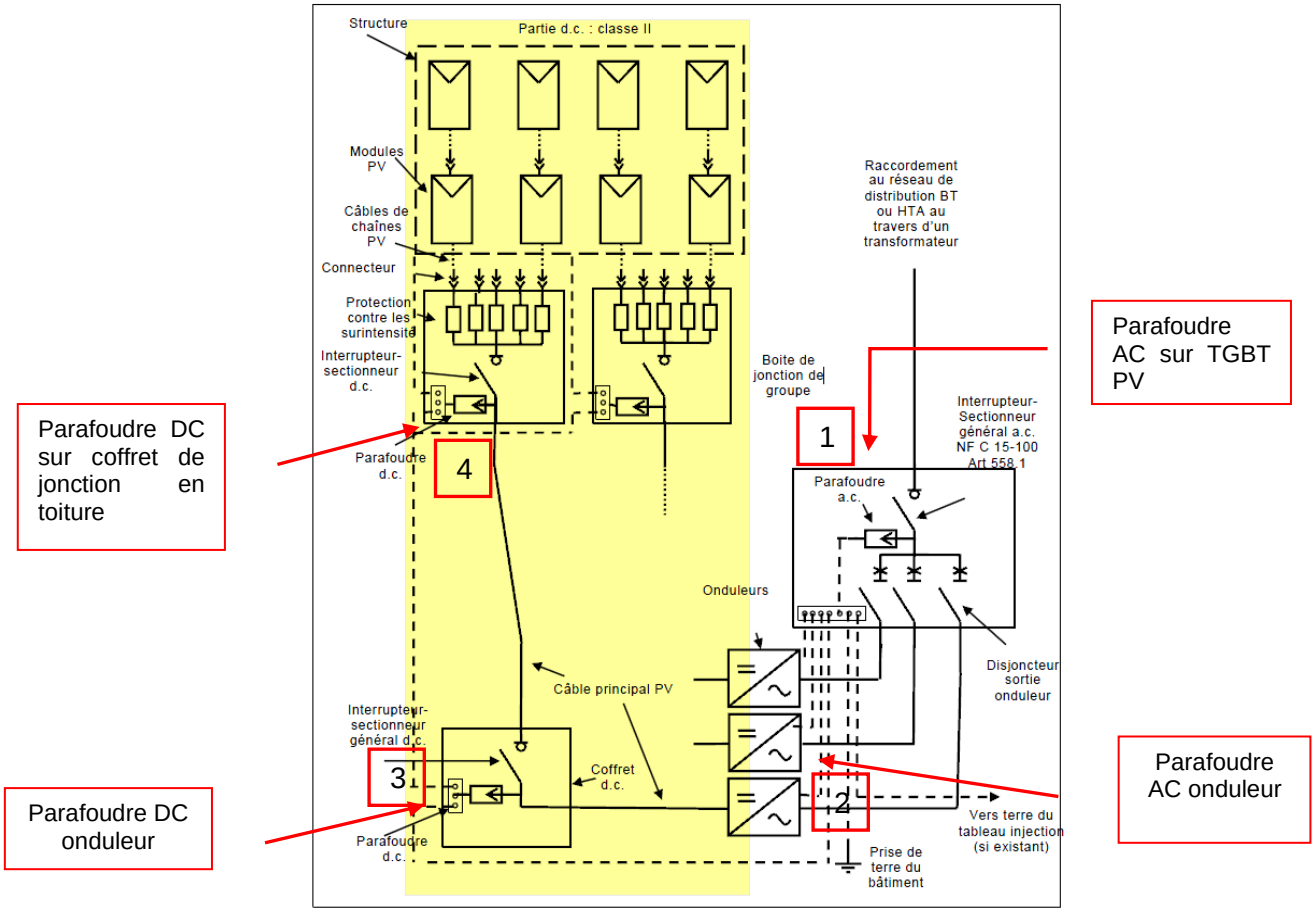


Figure 7 : Implantation des parafoudres sur l'installation PV. (UTE 15-712)

7.1.1 *Principe de raccordement des parafoudres courant fort dans une installation PV*

Le raccordement du parafoudre doit 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 parallèle de raccordement du parafoudre au réseau devra être **strictement inférieure à 0,50 m (L1+L2)**.

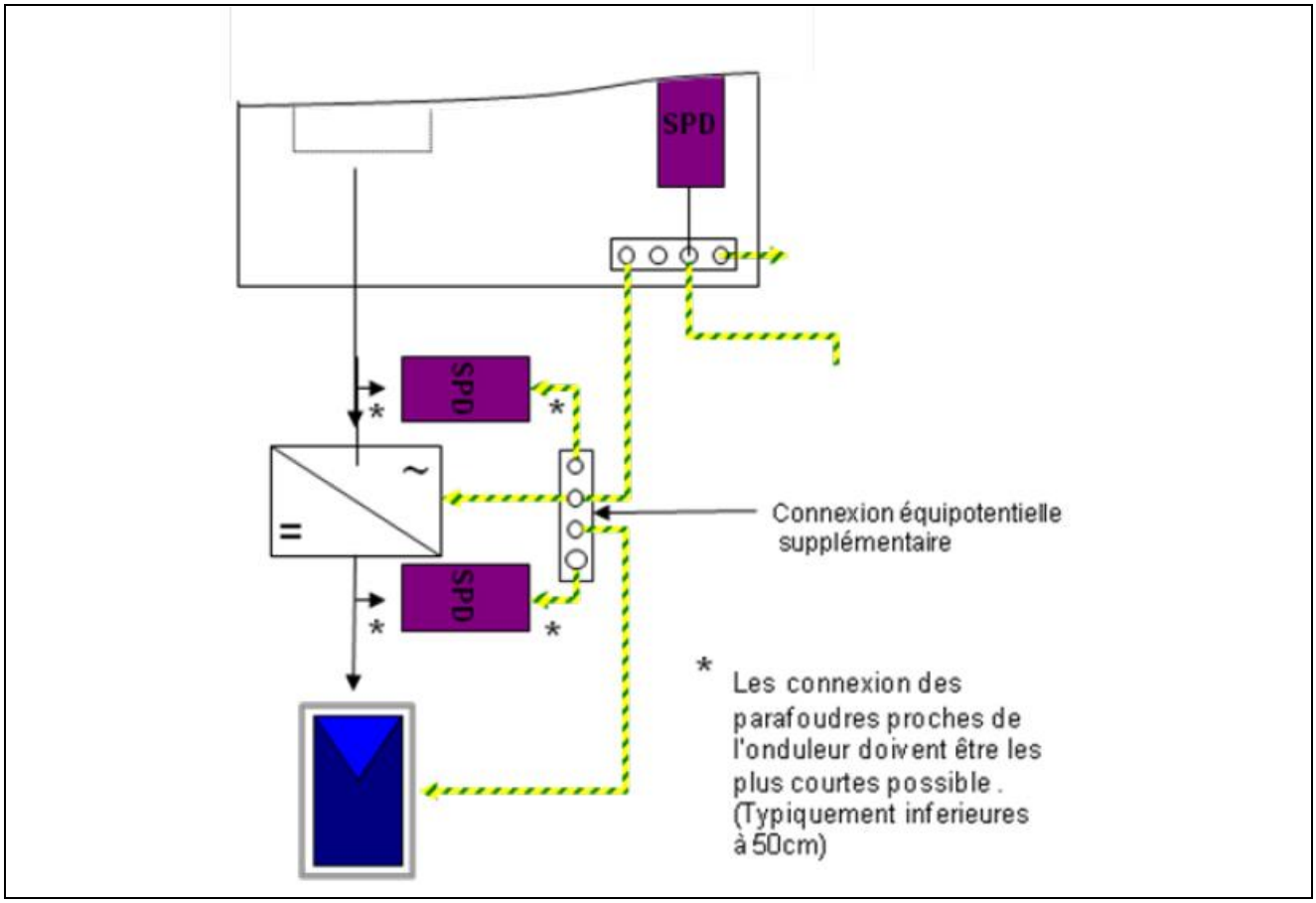


Figure 8 : Distances à respecter pour le câblage des parafoudres

La mise en œuvre doit être réalisée conformément à la norme IEC 61643-32.

Afin de privilégier la continuité des installations électriques, les dispositifs de protection des parafoudres respecteront **les règles de sélectivité.**

7.2 Protection des courants forts

7.2.1 Détermination des caractéristiques des parafoudres type I et I + II

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

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

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

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

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

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

Il dépend de :

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

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

***Tableau 23*: Valeurs du courant de foudre direct Iimp maxi**

- du nombre de pôles.

Ce courant est donné par la formule suivante :

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

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

	TGBT	TDC
Régime de neutre	TN	TN
Pour le n	6	2
Pour le m	3	3
n x m=	18	6
Calcul le plus défavorable (0,5 / (n x m)) x 100 =	2,77	8,33

***Tableau 24 :* Calcul du Iimp**

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

On retrouve ainsi les résultats suivants :

Caractéristiques :

- Régime de neutre : **TN**
- Tension maximale en régime permanent : **Uc ≥ 253V**
- Intensité de court-circuit à respecter : **Icc ≥ Ik3**
- Courant maximum de décharge (onde 10/350 µs) : **I_{imp} ≥ 12,5 kA**
- Niveau de protection : **Up ≤ 1,5 kV**

Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

7.2.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II

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

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

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

Caractéristiques :

- Régime de neutre : **TN**
- Tension maximale en régime permanent **Uc ≥ 253V**
- Intensité de court-circuit à respecter : **Icc ≥ Ik3**
- Courant nominal de décharge (onde 8/20 µs) **In ≥ 5 kA**
- Niveau de protection **Up ≤ 1,5 kV**

7.2.3 Raccordement

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

Le raccordement devra être réalisé de la manière la plus courte et la plus rectiligne possible afin de réduire la surface de boucle générée par le montage des câbles phases, neutre et PE.
La longueur cumulée de conducteurs parallèles de raccordement du parafoudre au réseau devra être **strictement inférieure à 0,50 m (L1+L2+L3)**.

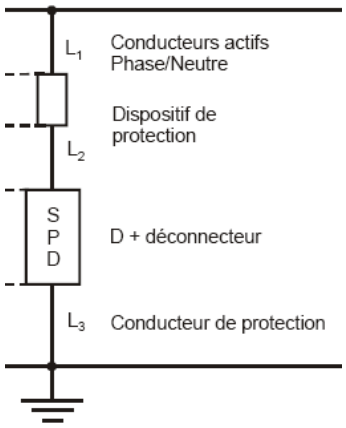


Figure 9 : Principe de câblage d'un parafoudre

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

7.2.4 Dispositif de deconnexion

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

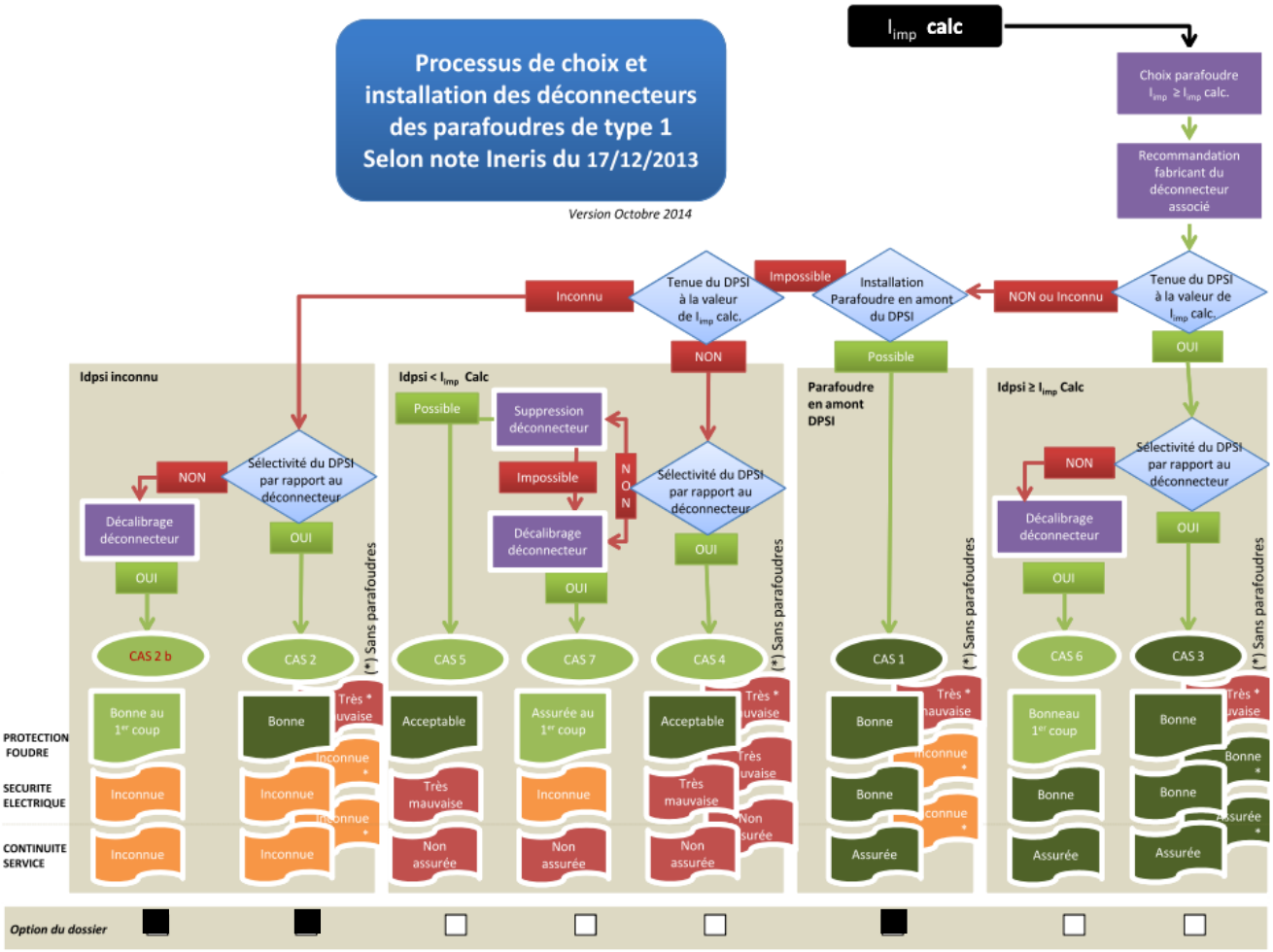


Figure 10 : Dispositifs de déconnection des parafoudres de type 1

7.3 Protection des lignes de télécommunication

7.3.1 Protection par parafoudre

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

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

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

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

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

Niveau de protection Np	
I-II	III-IV
Iimp minimum du parafoudre (enkA) en onde 10/350 µs	
2	1

***Tableau 25 :* Valeur de l'Iimp**

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

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

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

Des parafoudres courants faibles devront être installés au niveau des arrivées Télécom.

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

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

7.3.2 *Protection par écrantage de ligne*

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

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

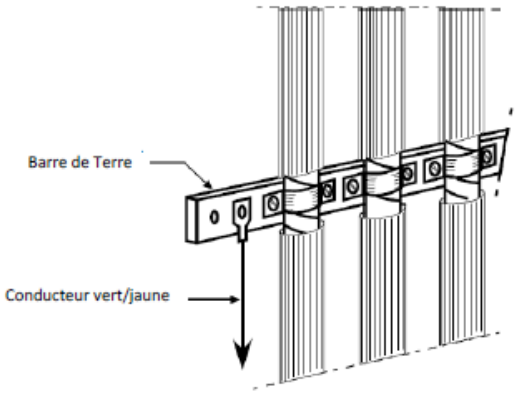


Figure 11 : **Mise à la terre de câble écrantés**

8. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mesure de prévention à mettre en place :

A l'approche d'un orage, le dépotage et l'accès en toiture doivent être interdits ainsi que les interventions sur le réseau électrique et la présence de personnes à proximité des éventuelles descentes de paratonnerres. Cette prévention devra faire l'objet d'une information auprès du personnel et des sociétés extérieures au site, sur les risques de foudroiement direct et indirect.
La mise en place d'un abonnement METEORAGE ou d'un moulin à champ, n'est pas requise selon l'Analyse de Risque Foudre.

9. REALISATION DES TRAVAUX

La mise en œuvre des préconisations doit être réalisée par une société spécialisée et agréée Qualifoudre **« Installation de paratonnerres et parafoudres »**.

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

La marque Qualifoudre :

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

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

10. VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS

10.1 Vérification initiale

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

- Nature, section et dimensions des organes de capture et de descente,
- Cheminement de ces différents organes,
- Fixation mécanique des conducteurs,
- Respect des distances de séparation,
- Existence de liaisons 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, ...).

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

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

10.2 Vérifications périodiques

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

Niveau de protection	Inspection visuelle (année)	Inspection complète (année)	Inspection complète des 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 26 : D'après NF EN 62 305-3

Les intervalles entre vérifications donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le cas du site **PITCH PROMOTION** de **DERVAL (44)**, l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

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

Note importante :

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

10.3 Vérifications supplémentaires

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

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

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

11. TABLEAU DE SYNTHESE

Installations/ Equipements	Travaux à mettre en œuvre
EFFETS DIRECTS	
Bâtiment principal	**Optimisation** : Installation d'un SPF **de niveau IV**, conformément au § 6 de cette Etude Technique,
Canalisations	Mise à la terre des canalisations selon le § 6.5
EFFETS INDIRECTS	
TGBT et TDC	Mise en place de parafoudres **type 1+2 de niveau IV** : onde 10/350 µs, conformément au § 7 de cette étude technique
Installations sensibles	Protection par parafoudres **type 2** : onde 8/20 µs, In 5 kA minimum et Up < 1,5 kV, conformément au § 7 de cette étude technique
Lignes de télécommunication, report d'alarme et ligne secours	Protection par parafoudres courant faible de **type 1 de niveau IV** : onde 10/350 µs, conformément au § 7 de cette étude technique
PREVENTION	
Ensemble du site	Procédure à mettre en place et respecter en période orageuse

Tableau 27*: *Tableau de synthèse

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

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

ANNEXE 1

Note de calcul distance de séparation

CALCUL DE LA DISTANCE DE SEPARATION

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s

Niveau de protection	IV
Coefficient Ki	0,04
Nombre de conducteurs de descente	2
Coefficient Kc	0,75
Coefficient Km Air	1
Coefficient Km Béton, Briques	0,5
Coefficient l	65,5 m

PDA n°1-4

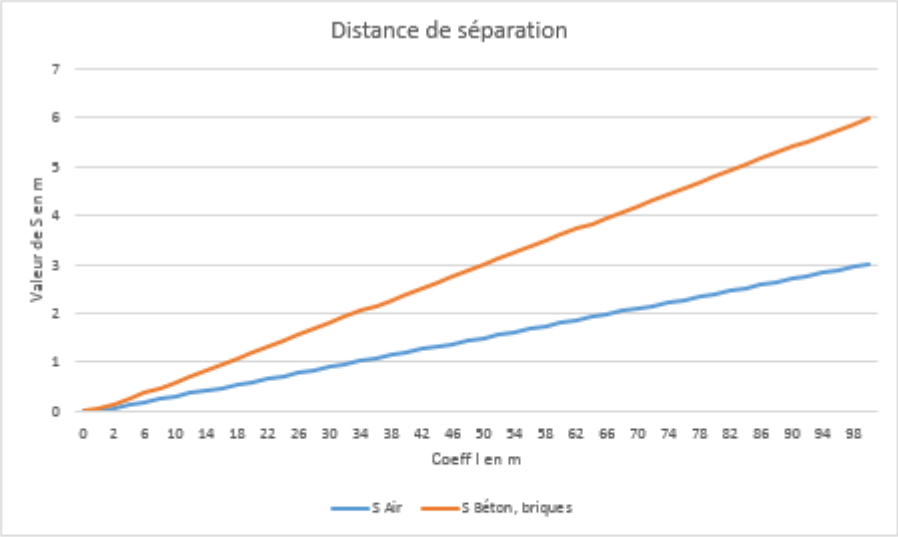
Niveau de protection	Ki
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	0,04

Nombre de conducteurs de descente	Kc
1	1
2	0,75
3	0,6
4 et +	0,41

Matériau	Km
Air	1
Béton, Briques	0,5

Calcul de S Air max	**1,965**	**m**
Calcul de S Béton, Briques max	**3,930**	**m**

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



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

ANNEXE 2

Notice de Vérification et de Maintenance

NOTICE DE VERIFICATION ET DE MAINTENANCE

PITCH PROMOTION
SITE DE DERVAL (44)

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : **Martin GOIFFON** Date : 13/12/2021 Visa	Nom : **Loïc JACQUEMOT** Date : 13/12/2021 Visa	**A**

25 Avenue des Saules (Métro B) – 69600 OULLINS – France
Tél. +33 (0)4 37 41 16 10 * Fax +33 (0)4 72 30 13 36

8 Rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France
Tél. +33 (0)2 30 02 79 98

info@rg-consultant.com
www.rg-consultant.com

Qualifoudre INERIS N° 071179534036

SOMMAIRE

1. ORDRES DES VERIFICATIONS 4

1.1 PROCEDURE DE VERIFICATION 4
1.2 VERIFICATION DE LA DOCUMENTATION TECHNIQUE 4
1.3 VERIFICATIONS VISUELLES 4
1.4 VERIFICATIONS COMPLETES 5
1.5 DOCUMENTATION DE LA VERIFICATION 6

2. MAINTENANCE 7

2.1 REMARQUES GENERALES 7
2.2 PROCEDURE DE MAINTENANCE 8
2.3 DOCUMENTATION DE MAINTENANCE 8

3. DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE 9

3.1 INSTALLATIONS EXTERIEURES DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE (I.E.P.F) 9
3.1.1 Implantations des SPF 9
3.1.1 Caractéristiques des dispositifs de capture 10
3.1.2 Mise à la terre des canalisations 10
3.2 INSTALLATIONS INTERIEURES DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE (I.I.P.F) 11

4. NOTICE DE VERIFICATION 12

4.1 NOTICES DE VERIFICATION DES SYSTEMES DE PROTECTION FOUDRE (SPF) 12
4.2 NOTICE DE VERIFICATION DES PARAFOUDRES 14

5. CARNET DE BORD 15

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 26470	13/12/2021	Notice de vérification et de maintenance

GLOSSAIRE

ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

EIPS : Equipements Importants Pour la Sécurité

SPF : Système de Protection contre la Foudre

IEPF : Installation Extérieure de Protection contre la Foudre

IIPF : Installation Intérieure de Protection contre la Foudre

1. ORDRES DES VERIFICATIONS

1.1 Procédure de vérification

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

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

1.2 Vérification de la documentation technique

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

1.3 Vérifications visuelles

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

- la conception est conforme aux normes NF EN 62305, NF C 17102 et NF EN 62561-x (avec x de 1 à 7),
- le Système de Protection Foudre est en bon état,
- les connexions sont serrées et les conducteurs et bornes présentent une continuité,
- aucune partie n'est affaiblie par la corrosion, particulièrement au niveau du sol,
- les connexions visibles de terre sont intactes (opérationnelles),
- tous les conducteurs visibles et les composants du système sont fixés et protégés contre les chocs et à leur juste place,
- aucune extension ou modification de la structure protégée n'impose de protection complémentaire,
- aucun dommage du système de protection des parafoudres et des fusibles n'est relevé,
- l'équipotentialité a été réalisée correctement pour de nouveaux services intérieurs à la structure depuis la dernière inspection et les essais de continuité ont été effectués,
- les conducteurs et connexions d'équipotentialité à l'intérieur de la structure sont en place et intacts,
- les distances de séparation sont maintenues,
- l'inspection et les essais des conducteurs et des bornes d'équipotentialité, des écrans, du cheminement des câbles et des parafoudres ont été contrôlés et testés.

1.4 Vérifications complètes

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

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

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

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

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

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

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

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

1.5 Documentation de la vérification

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

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

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

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

2. MAINTENANCE

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

Niveau de protection	Inspection visuelle (année)	Inspection complète (année)	Inspection complète des 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 28 : Périodicité selon le niveau de protection.

Les intervalles entre inspections donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le cas du site **PITCH PROMOTION** sur la commune de **DERVAL (44)** l'arrêté du 4 Octobre 2010 modifié précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

2.1 Remarques générales

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

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

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

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

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

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

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

2.2 Procédure de maintenance

Le site **PITCH PROMOTION** sur la commune de **DERVAL (44)** doit établir des programmes de vérifications périodiques pour tous les SPF.

La fréquence des procédures de maintenance dépend :

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

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

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

Le programme de maintenance comporte les informations suivantes :

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

2.3 Documentation de maintenance

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

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

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

3. DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE

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

3.1.1 Implantations des SPF

Figure 12 : Implantation des paratonnerres

Légende :			
○	Rayon de protection 64,2 m (réduction des 40% appliquée)	■	PDA sur mât de 5 m
▲	Prise de terre à créer	—	Conducteur de descente à créer

3.1.1 *Caractéristiques des dispositifs de capture*

	PDA 1	PDA 2	PDA 3	PDA 4	PDA 5	PDA 6
Avance à l'amorçage	60 µs	60 µs	60 µs	60 µs	60 µs	60 µs
Hauteur	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m
Niveau de protection	4	4	4	4	4	4
Rayon de protection	64,2 m	64,2 m	64,2 m	64,2 m	64,2 m	64,2 m
Distance de séparation	1,3 m	1,3 m	1,3 m	1,3 m	1,3 m	1,3 m

Tableau 29 : Caractéristiques des dispositifs de capture

3.1.2 *Mise à la terre des canalisations*

Localisation	Section du conducteur	Etat	Résultat
	mm²		
	mm²		
	mm²		
	mm²		

Tableau 30 : Mise à la terre des canalisations

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

Caractéristiques des parafoudres mis en œuvre :

Bâtiment	Armoire	Type	Marque - réf	Up (kV)	In- (kA)	Iimp- Imax (kA)	Dispositif de déconnexion
	TGBT	1+2		1,5		12,5	
	TDC1	1+2		1,5		12,5	
	TDC2	1+2		1,5		12,5	
	TDC3	1+2		1,5		12,5	
	TDC	1+2		1,5		12,5	
	TDC15	1+2		1,5		12,5	
	TDC6	1+2		1,5		12,5	
	TD Sprinkler	2		1,5	5,0		
	SDI	2		1,5	5,0		
	Centrale SPK	2		1,5	5,0		
	Centrales gaz	2		1,5	5,0		
	Télétransmetteur	2		1,5	5,0		
	Lignes télécom	1				1	
	Ist PV						

Tableau 31 : Liste des parafoudres

4. NOTICE DE VERIFICATION

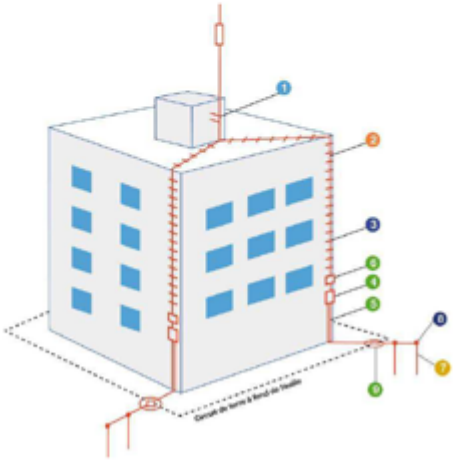
4.1 Notices de vérification des Systèmes de Protection Foudre (SPF)

FICHE CONTROLE PDA

Numéro du PDA : .....

BATIMENT PROTEGE :

CARACTERISTIQUES PDA	
Modèle : ..... **Marque : .....** **Hauteur du mât : .....** **Avance à l'amorçage: .....**	
Testable à distance : Oui ☐ Non ☐	**Résultat du test de la tête :** Positif ☐ Négatif ☐
Nombre de conducteur de descente :	
Niveau de protection : ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV **Rayon de protection : ..... (m)**	



✓ **INSPECTION VISUELLE :**

1- Etat des composants du dispositif de capture :

Etat visuel d'ensemble :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Etat des composants :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Etat du mât du paratonnerre :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Etat des ancrages :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Etat des connexions :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....

2- Nature et composition des conducteurs de descentes :

Type et matériau :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Présence de joints de contrôle:	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Cheminement du conducteur de descente:	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Raccordement au dispositif de capture :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....
Continuité des conducteurs de descente :	☐ Conforme	☐ Non-conforme	.....

3- Installation et état des conducteurs de descentes :

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

Etat des connexions : ☐ Conforme ☐ Non-conforme .....

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

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

Connexions 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

➢ **Description de l'équipement à vérifier**

FICHE CONTROLE DES PARAFOUDRES

Nom de l'armoire : ..... Photos : .....

EQUIPEMENTS PROTEGES :

CARACTERISTIQUES PARAFOUDRES

Régime de Neutre : .....

Marque : .....

☐ Tétra
☐ Tri
☐ Mono

Type 1 ☐ Type 3 ☐

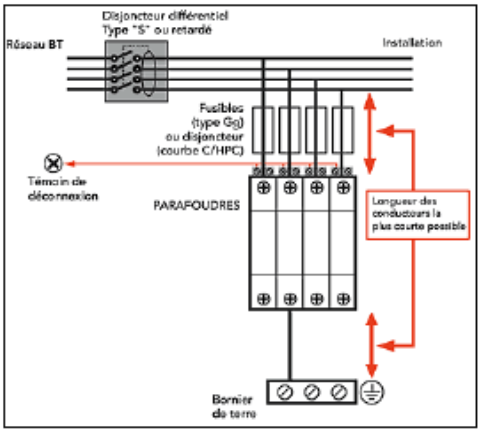
Type 2 ☐

Up : .....kV

Uc : V

Pour type 1 :
I_{imp} : .....kA

Pour type 2 ou 3 :
In : .....kA
Imax : .....kA



INSPECTION VISUELLE :

- Règle des 50 cm respectée ☐ OUI ☐ NON .....
- Section des câbles respectée ☐ OUI ☐ NON .....
- Signalisation du défaut du parafoudre ☐ OUI ☐ NON .....
- Présence étiquette ☐ OUI ☐ NON .....
- Dispositif de coupure associé existant ☐ OUI ☐ NON .....
- Sélectivité ☐ OUI ☐ NON .....
  - Calibre Disjoncteur Armoire : .....
  - Calibre Disjoncteur/Fusible PRF : .....
- Présence fusible dans PF ☐ OUI ☐ NON .....

RESULTAT DE LA VERIFICATION :

_____

_____

ACTIONS CORRECTIVES :

_____

_____

5. CARNET DE BORD

N° 071179534036

INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

CARNET DE BORD

Raison sociale : _____

Adresse de l'Établissement :

CARNET DE BORD

Ce carnet de bord est la trace de l'historique de l'installation de protection foudre et doit être tenu à jour sous la responsabilité du Chef d'Etablissement.
Il doit rester à la disposition des Agents des Pouvoirs Publics chargés du contrôle de l'Établissement.
Il ne peut sortir de l'Etablissement ni être détruit lorsqu'il est remplacé par un autre carnet de bord.

Renseignements sur l'Etablissement

Nature de l'activité : .....

N° de classification INSEE : .....

Classement de l'Etablissement

à la date du : …… ; Type : …… ; Catégorie : …….

à la date du : …… ; Type : …… ; Catégorie : …….

à la date du : …… ; Type : …… ; Catégorie : …….

Pouvoirs Publics exerçant le contrôle de l'Etablissement :

Inspection Du

……

……

……

Commission De Sécurité

……

……

……

DRE

……

……

……

Personne responsable de la surveillance des installations :

NOM	QUALITE	DATE D'ENTREE EN FONCTION

HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

I - DEFINITION DES BESOINS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
06/12/2021	Analyse du Risque Foudre	RG Consultant	M.GOIFFON 071179534036

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

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
06/12/2021	Etude technique foudre	RG Consultant	M.GOIFFON 071179534036

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

III – INSTALLATION DES PROTECTIONS

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

i

IV– VERIFICATIONS PERIODIQUES & MAINTENANCE

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

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

La vérification des parafoudres type 1 et type 2 se font, tout d'abord, **visuellemen**t tous **les ans** (signalisation qui donne l'état du parafoudre, lire la notice du constructeur pour connaître la méthode de signalisation utilisée), et la **vérification plus complète** nécessitant le démontage des parafoudres tous les **2 ans** (valise test).

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

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

A) Cas des parafoudres <u>à modules déconnectables</u>

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

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

B) Parafoudres <u>non déconnectables</u>

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

ANNEXE 3

Lexique

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

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

Niveau de protection	Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.
Parafoudre ou parasurtenseur	Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à dériver les ondes de courant entre deux éléments à l'intérieur de l'espace à protéger, tels que les éclateurs ou les dispositifs semi-conducteurs.
Paratonnerre	Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.
P.D.A	Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.
Point d'impact	Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.
Prise de terre	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.
Régime de neutre	Il caractérise le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur source et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation. Il est défini par deux lettres : • La première indique la position du neutre par rapport à la terre : **I** : neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance **T** : neutre directement à la terre • La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre : **T** : masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre) **N** : masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (**N-S**), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (**N-C**).
Réseau de masse	Ensemble des conducteurs d'un site reliés entre eux. Il se compose habituellement des conducteurs de protection, des bâtis, des chemins de câbles, des canalisations et des structures métalliques.
Réseau de terre	Ensemble des conducteurs enterrés servant à écouler dans la terre les courants externes en mode commun. Un réseau de terre doit être unique, équipotentiel et maillé.

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