

**PIECE JOINTE N°24**

**MODELISATION DE CERTAINS SCENARIOS  
D'ACCIDENT**

**PIECE JOINTE n°24**

**MODELISATION DES SCENARIOS  
D'INCENDIE DE LA CELLULE DE  
LIQUIDES INFLAMMABLES**

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>METHODES UTILISEES POUR ESTIMER LES EFFETS THERMIQUES LIES A UN INCENDIE DE LIQUIDES INFLAMMABLES</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>EVALUATION QUANTITATIVE</b>	<b>4</b>
2.1	INCENDIE DE LA CELLULE DE LIQUIDES INFLAMMABLES	4
2.1.1	<i>HYPOTHESES</i>	4
2.1.2	<i>RESULTATS</i>	6
2.1.3	<i>COMMENTAIRES</i>	7

## 1 **METHODES UTILISEES POUR ESTIMER LES EFFETS THERMIQUES LIES A UN INCENDIE DE LIQUIDES INFLAMMABLES**

Pour les incendies de liquides inflammables stockés en entrepôt, les flux thermiques sont calculés selon les modèles développés dans FLUMILOG de l'INERIS, du CNPP et du CTICM, dans son nouveau module disponible dans la version 5.4.0.5

L'usage de ce logiciel est attendu selon le guide de justificatifs du respect des prescriptions de l'arrêté de prescriptions générales du 01/06/2015 relatif aux rubriques 4331 et 4734.

L'évaluation des conséquences d'un incendie considère les zones suivantes :

Flux thermiques	Effets sur l'homme	Effets sur les structures
3 kW/m <sup>2</sup>	seuil des effets irréversibles délimitant la <b>zone des dangers significatifs pour la vie humaine</b>	
5 kW/m <sup>2</sup>	seuil des effets létaux délimitant la <b>zone de dangers graves pour la vie humaine</b>	seuil de destructions de vitres significatives
8 kW/m <sup>2</sup>	seuil des effets létaux significatifs délimitant la <b>zone de dangers très graves pour la vie humaine</b>	seuil des effets dominos et correspondant au <b>seuil des dégâts graves sur les structures</b>
16 kW/m <sup>2</sup>		seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au <b>seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton</b>
20 kW/m <sup>2</sup>		seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au <b>seuil des dégâts très graves sur les structures béton</b>
200 kW/m <sup>2</sup>		seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes

*Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques, conformément à l'arrêté du 29 septembre 2005.*

A titre comparatif, le tableau ci-dessous présente quelques seuils d'effets thermiques sur les structures issus de la littérature (API 1990 ; GESIP 1991 ; Green Book-TNO 1989) :

Seuils (en kW/m <sup>2</sup> )	Effets Caractéristiques
1	Rayonnement solaire en zone tropicale
5	Bris de vitres
8	Début de la combustion spontanée du bois et des peintures
20	Tenue du béton pendant plusieurs heures
35	Auto-inflammation du bois
200	Ruine du béton par éclatement interne en quelques dizaines de minutes (température interne de 200 à 300°C)

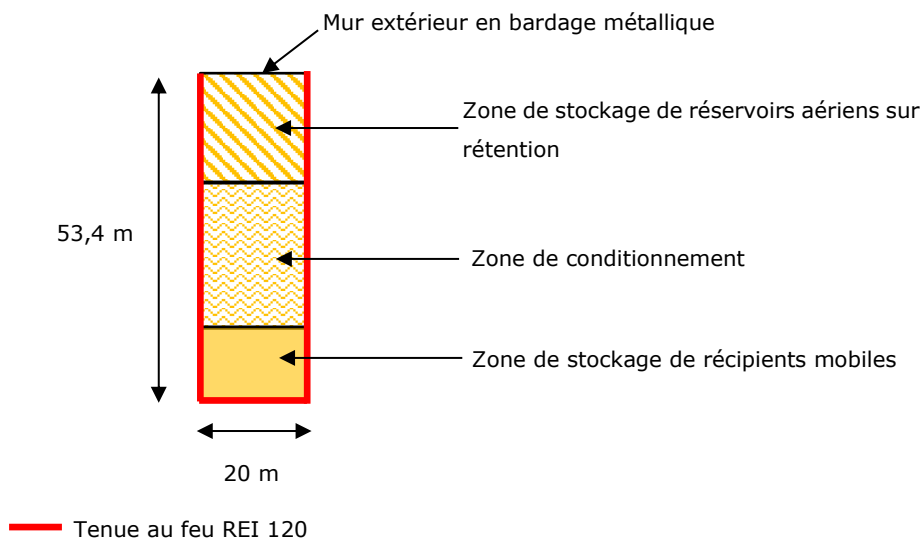
## 2 **EVALUATION QUANTITATIVE**

La cellule de liquides inflammables sera séparée en 3 zones de collecte de surface inférieure à 500 m<sup>2</sup> pour les stockages :

- de récipients mobiles (produits finis) ;
- les activités de conditionnement ;
- et les réservoirs aériens et cuves de fabrication.

La zone de stockage de récipients mobiles et la zone de conditionnement sont équipées d'un siphon coupe-feu de manière à collecter tout liquide épandu et le diriger vers une rétention extérieure sans propagation de flamme (retrait de la matière combustible). Un muret d'environ 60 cm a été construit autour de la zone des cuves.

Les caractéristiques simplifiées de la cellule sont les suivantes :



### 2.1 **INCENDIE DE LA CELLULE DE LIQUIDES INFLAMMABLES**

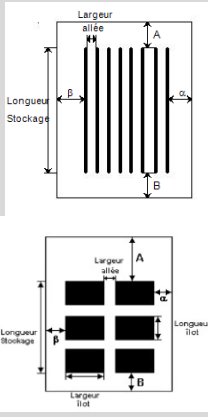
#### 2.1.1 **HYPOTHESES**

Dans une configuration majorante, il est considéré un départ d'incendie dans l'ensemble de la cellule 2. La modélisation sous FLUMILOG est ajustée au mieux à la réalité des configurations possibles du logiciel vis-à-vis de la nature des stockages.

Afin de tenir compte des murs coupe-feu et des modes de stockage, il sera pris en compte :

- 1) un stockage entièrement en rack dans toute la cellule 2 en recherchant l'équivalence en terme de volume de stockage ;
- 2) un stockage entièrement en masse dans toute la cellule 2 en recherchant l'équivalence en terme de volume de stockage ;
- 3) l'incendie des liquides inflammables de la cellule 2 au-delà de la tenue au feu des murs REI 120.

Les caractéristiques retenues sont les suivantes :

Modélisation		Scénario 1 : Rack	Scénario 2 : Masse	Scénario 3 : LI > 2H
Longueur (m)		20,0		
Largeur (m)		53,4		
Hauteur au faîtage (m)		9,0		
Toiture		Couverture multicouche métallique		
Résistance de la structure		R60		
Nature des parois Résistance au feu/Matériaux	Paroi 1	REI 120	Parpaings / Briques	
	Paroi 2	REI 120	Parpaings / Briques	
	Paroi 3	REI 120	Parpaings / Briques	
	Paroi 4	REI 15	Bardage simple peau	
Type de stockage		Rack	Masse	Généralisé > 2H
Nombre de niveau de stockage		3	3	Palette Lave glace (80% des caractéristiques de l'Ethanol) :  Vitesse de combustion : 20 g/m <sup>2</sup> /s  Chaleur de combustion (PCI) : 22,24 MJ/kg
Hauteur de stockage (m)		5	5,0	
	Déport A (m)	1,0	1,3	
	Déport B (m)	1,4	1,4	
	Déport α (m)	1,0	3,0	
	Déport β (m)	1,0	2,7	
	Largeur allées racks(m)	6,6	2,4	
	Longueur stockage (m)	51,0	18,0	
	Nombre doubles racks	1 x 2,4 m de large	/	
	Nombre racks simple	2 x 1,2 m de large	/	
	Longueur d'îlots (m)	/	3,5	
	Largeur d'îlots (m)	/	3,5	
	Nombre d'îlots	/	9 x 3	
	Largeur allées îlots (m)	/	2,4	
Composition Palette	Palette	Bois / PE * / Eau	Bois / PE * / Eau	
Volume et palettes équivalents de stockage calculés sous FLUMILOG		1 224 m <sup>3</sup> (volume de palette de 1,44 m <sup>3</sup> et 595 kg), soit <b>506 t</b>	1 654 m <sup>3</sup> (volume de palette de 1,6 m <sup>3</sup> et 495 kg), soit <b>512 t</b>	<b>482 t</b>

\* Afin de définir une composition de palette adaptée au stockage, il peut être pris en considération du Polyéthylène comme équivalent aux PCI des liquides inflammables dans le logiciel.

Pour rappel, les caractéristiques des futurs stockages sont les suivants :

Quantité réelle	Volume réel futur max.	Tonnage futur max de LI
Total dans la cellule LI :	570 m <sup>3</sup>	482 t

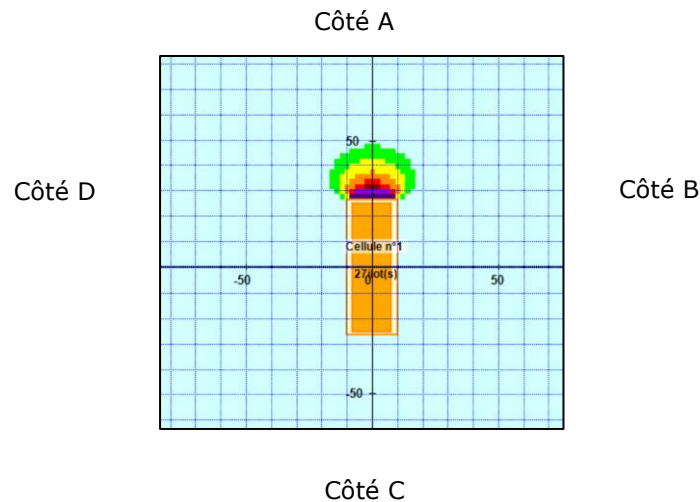
L'ensemble des moyens humains et matériels qui serait mis en jeu pour éteindre cet incendie n'est pas pris en compte.

Seuls les murs REI 120 seront pris en compte dans la modélisation comme moyen de protection.

### 2.1.2 RESULTATS

Le résultats de modélisation équivalent le plus pénalisant pour la cellule est le stockage en masse. La durée d'incendie est estimé à 111 min (1h51min).

La figure ci-dessous illustre les résultats pour ce scénario de stockage équivalent de 512 t.



Le tableau suivant présente les distances correspondant aux flux thermiques atteints à une hauteur de 1,8 m :

	3 kW/m <sup>2</sup> SEI	5 kW/m <sup>2</sup> SEL	8 kW/m <sup>2</sup> SELS
<b>Côté A (bardage métallique)</b>	25 m	18 m	14 m
<b>Côté B (mur REI120)</b>	NA	NA	NA
<b>Côté C (mur REI120)</b>	NA	NA	NA
<b>Côté D (mur REI120)</b>	NA	NA	NA

N.A : non atteint

Les résultats obtenus en prenant en compte une palette expérimentale de liquides inflammables indiquent par défaut un scénario et des flux thermiques au-delà de 2h. La durée de combustion calculée est de 376 min (6h16min).

Dans la configuration au-delà de la tenue des murs REI120, les flux thermiques obtenus sont les suivants :

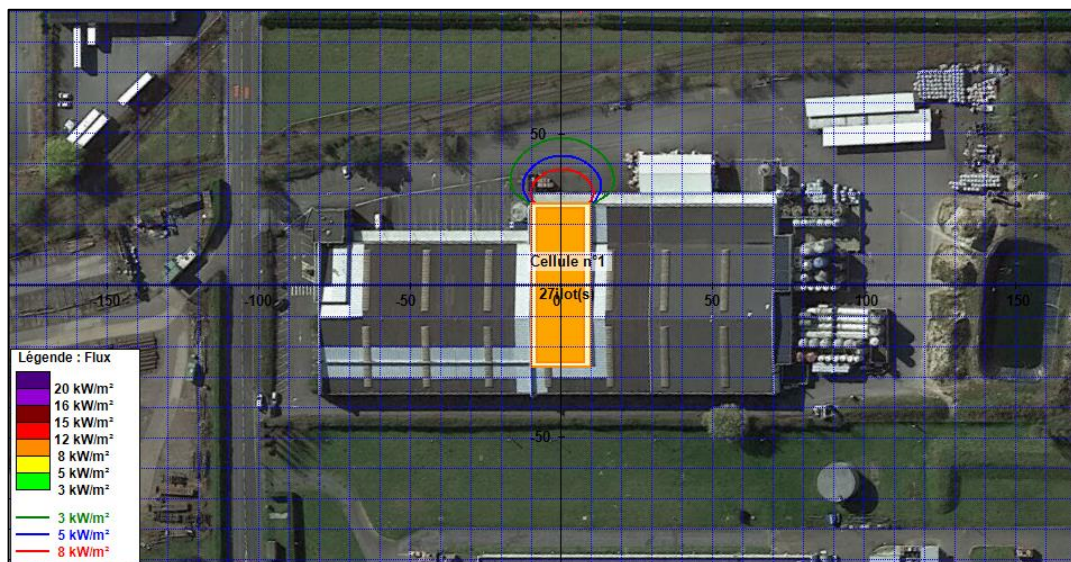
	3 kW/m <sup>2</sup> SEI	5 kW/m <sup>2</sup> SEL	8 kW/m <sup>2</sup> SELS
<b>Côté A (bardage métallique)</b>	14 m	10 m	6 m
<b>Côté B (mur REI120)</b>	24 m	18 m	14 m
<b>Côté C (mur REI120)</b>	14 m	10 m	6 m
<b>Côté D (mur REI120)</b>	24 m	18 m	14 m

N.A : non atteint

### 2.1.3 COMMENTAIRES

Du fait des dispositions constructives, aucun flux thermique de 3, 5 ou 8 kW/m<sup>2</sup> ne sortira des limites de propriété. Dans le cas d'un départ d'incendie, des effets dominos de 8 kW/m<sup>2</sup> seront perceptibles sur la zone de dépotage.

Les résultats FLUMILOG sont présentés en annexe et sont illustrés sur la vue aérienne suivante (flux majorants en équivalent masse) :





## **ANNEXE**

### **Résultats FLUMILOG**



Interface graphique v.5.5.0.0

Outil de calculV5.52

# Flux Thermiques

## Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	Cellule2rack_1635256111
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	26/10/2021 à 15:42:39 avec l'interface graphique v. 5.5.0.0
Date de création du fichier de résultats :	26/10/21

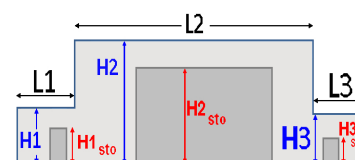
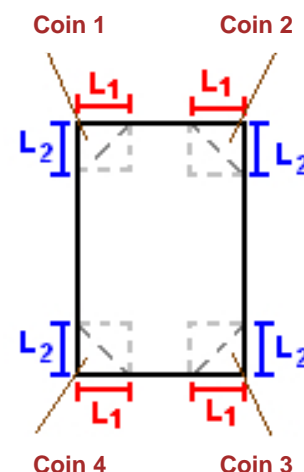
# I. DONNEES D'ENTREE :

## Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1,8** m

## Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule n°1				
Longueur maximum de la cellule (m)		53,4		
Largeur maximum de la cellule (m)		20,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)		9,0		
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	
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)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>60</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallique multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>4</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

## P4

P3

## Cellule n°1

P1

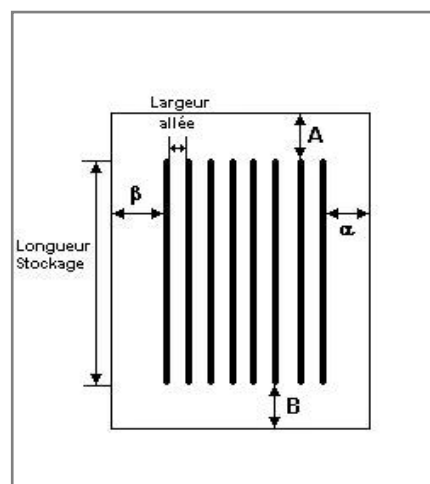
P2

## Stockage de la cellule : Cellule n°1

Nombre de niveaux **3**  
 Mode de stockage **Rack**

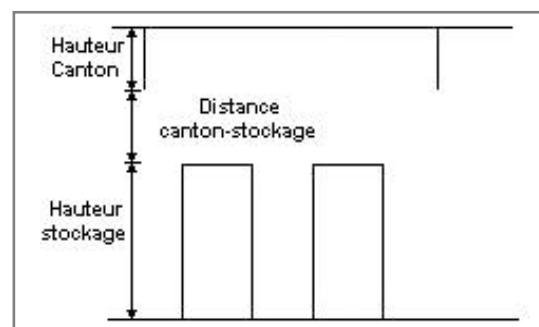
### Dimensions

Longueur de stockage **51,0 m**  
 Déport latéral a **1,0 m**  
 Déport latéral b **1,0 m**  
 Longueur de préparation A **1,0 m**  
 Longueur de préparation B **1,4 m**  
 Hauteur maximum de stockage **5,0 m**  
 Hauteur du canton **1,0 m**  
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **3,0 m**



### Stockage en rack

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



## Palette type de la cellule Cellule n°1

### 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<sup>3</sup>**  
 Nom de la palette : **Ethanol**

Poids total de la palette : **595,0 kg**

### Composition de la Palette (Masse en kg)

PE	Palette Bois	Eau	NC	NC	NC	NC
430,0	25,0	140,0	0,0	0,0	0,0	0,0

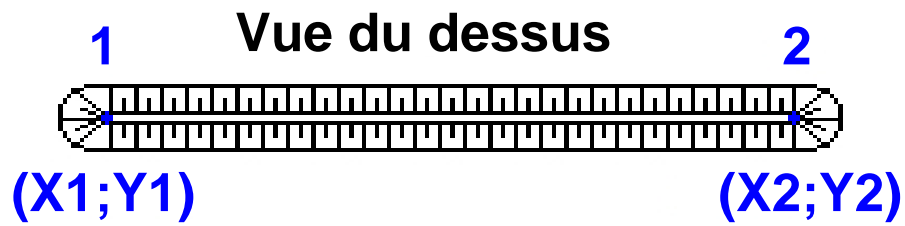
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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

### Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : **50,7 min**  
 Puissance dégagée par la palette : **1662,9 kW**

## Merlons



Merlon n°	Hauteur (m)	Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
		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

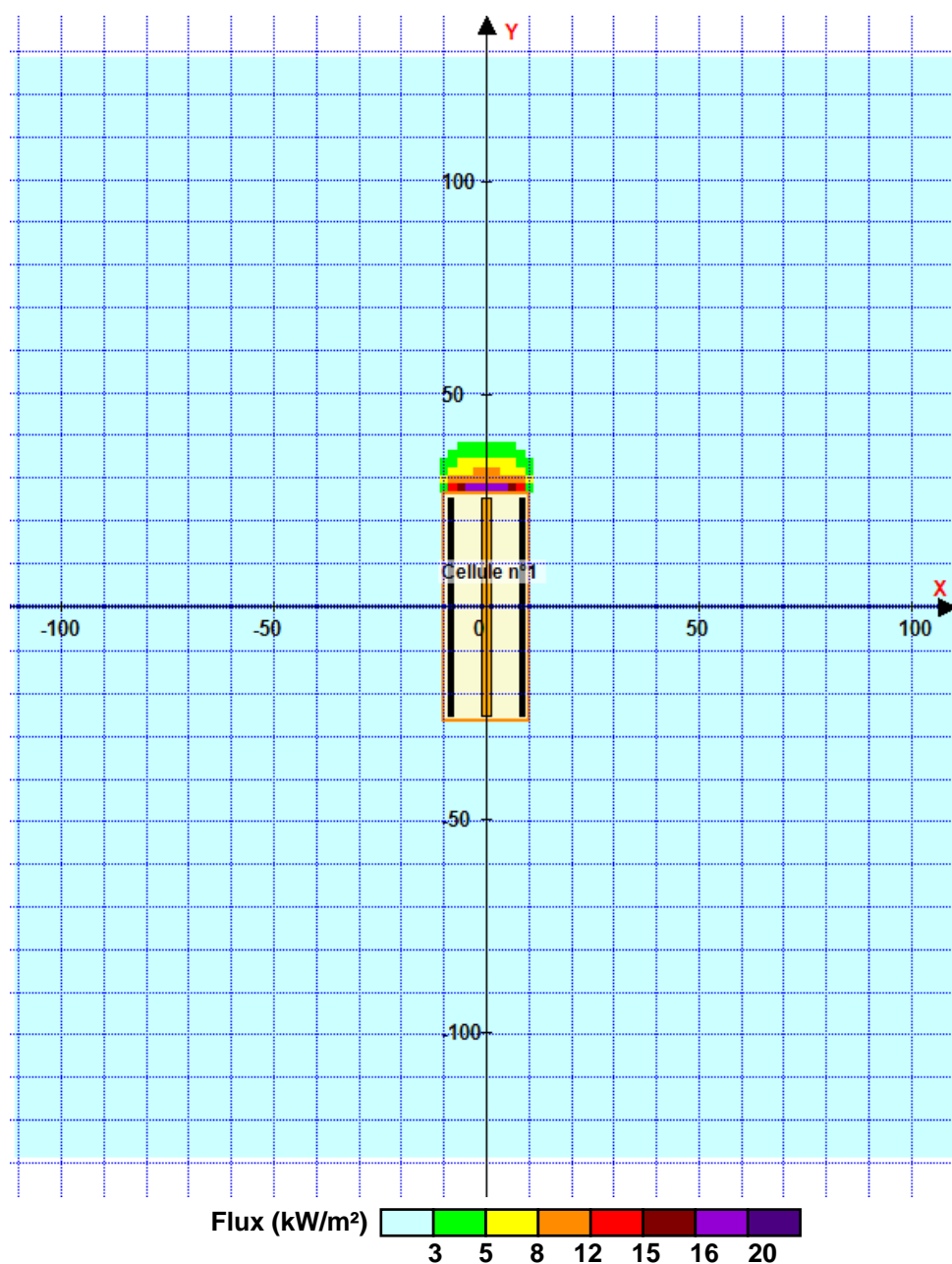
## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule n°1**

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

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **88,0** 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.



Interface graphique v.5.5.0.0

Outil de calculV5.52

# Flux Thermiques

## Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	Cellule2masse2_1635256359
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	26/10/2021 à 15:48:25 avec l'interface graphique v. 5.5.0.0
Date de création du fichier de résultats :	26/10/21



## I. DONNEES D'ENTREE :

### Donnée Cible

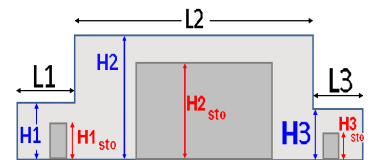
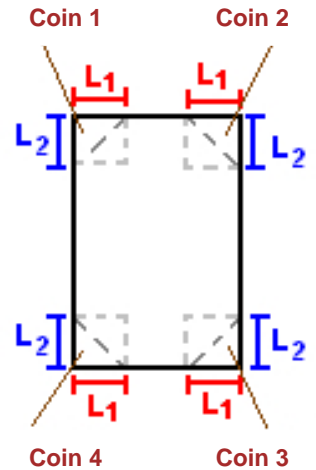
Hauteur de la cible : **1,8 m**

### Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule n°1				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>53,4</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>20,0</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>9,0</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	

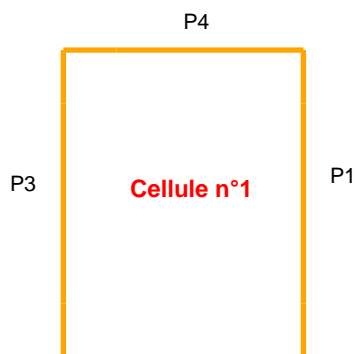
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	



### Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>60</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallique multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>4</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

### Parois de la cellule : Cellule n°1

[illegible]

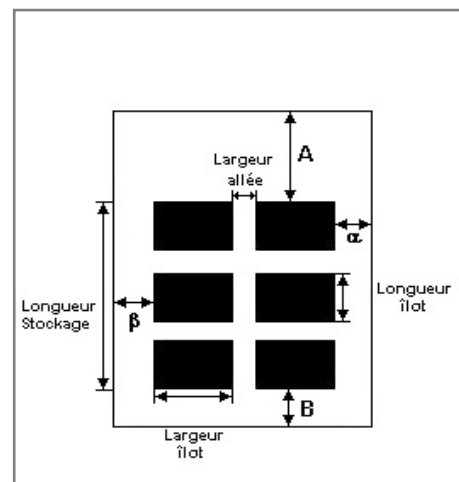
## Stockage de la cellule : Cellule n°1

Mode de stockage

Masse

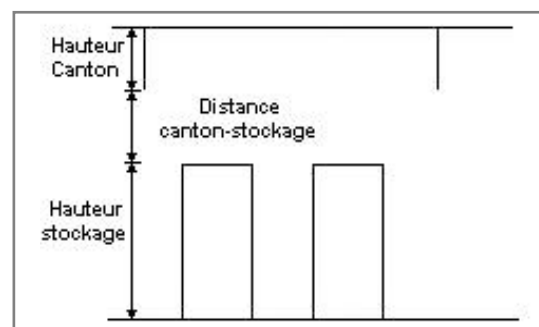
### Dimensions

Longueur de préparation A	1,3 m
Longueur de préparation B	1,4 m
Déport latéral a	2,7 m
Déport latéral b	2,0 m
Hauteur du canton	1,0 m



### Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	9
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	3
Largeur des îlots	3,5 m
Longueur des îlots	3,5 m
Hauteur des îlots	5,0 m
Largeur des allées entre îlots	2,4 m



## Palette type de la cellule Cellule n°1

### Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1,2 m
Largeur de la palette :	0,8 m
Hauteur de la palette :	1,7 m
Volume de la palette :	1,6 m <sup>3</sup>
Nom de la palette :	Ethanol

Poids total de la palette : 495,0 kg

### Composition de la Palette (Masse en kg)

PE	Palette Bois	Eau	NC	NC	NC	NC
350,0	25,0	120,0	0,0	0,0	0,0	0,0

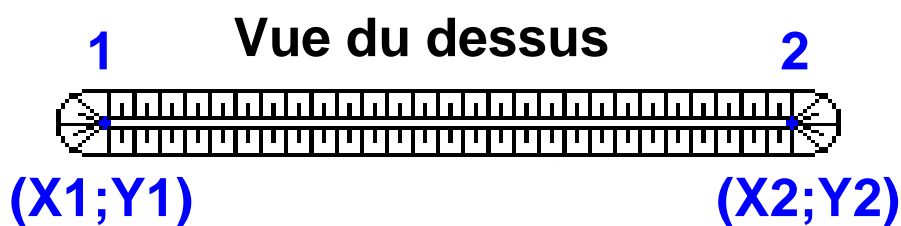
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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

### Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	54,2 min
Puissance dégagée par la palette :	1534,8 kW

## Merlons



Merlon n°	Hauteur (m)	Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
		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

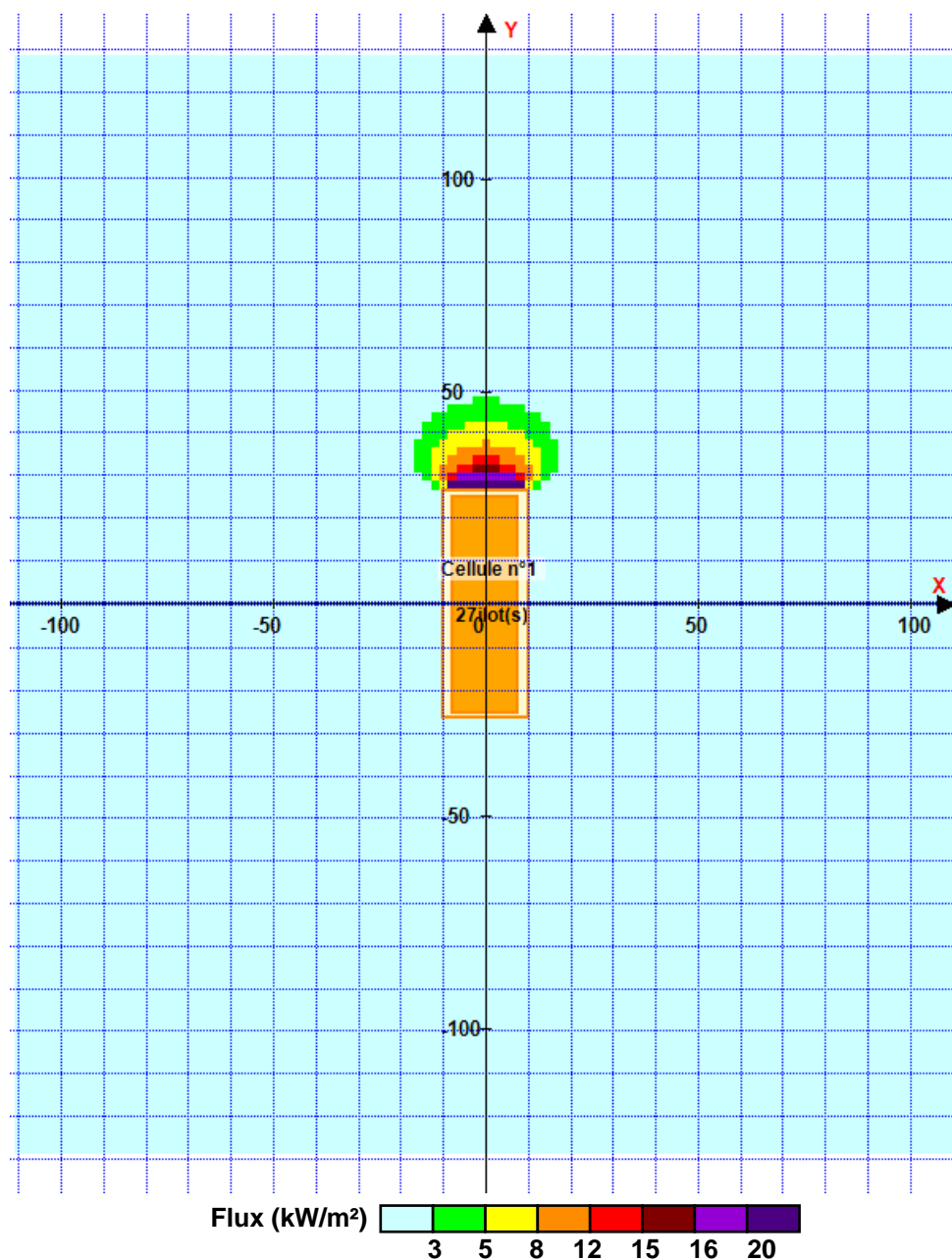
## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule n°1**

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

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **111,0 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.



Interface graphique v.5.5.0.0

Outil de calculV5.52

# Flux Thermiques

## Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	Cellule2_Laveglace
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	26/10/2021 à 16:15:59 avec l'interface graphique v. 5.5.0.0
Date de création du fichier de résultats :	26/10/21

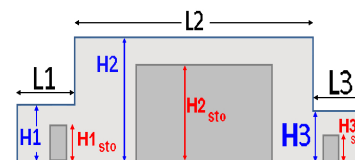
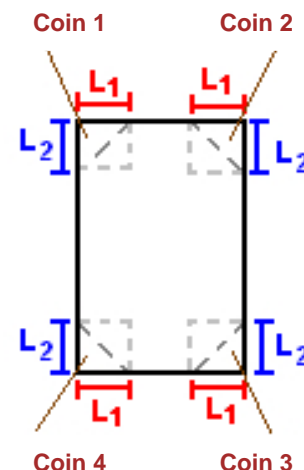
# I. DONNEES D'ENTREE :

## Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1,8 m**

## Géométrie Cellule1

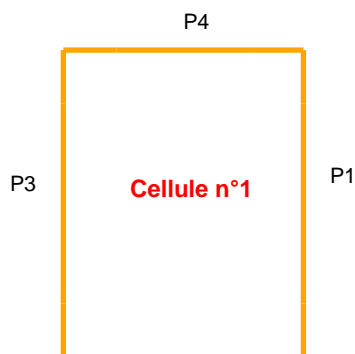
Nom de la Cellule :Cellule n°1			
Longueur maximum de la cellule (m)		53,4	
Largeur maximum de la cellule (m)		20,0	
Hauteur maximum de la cellule (m)		9,0	
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
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)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>60</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallique multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>4</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

### Parois de la cellule : Cellule n°1

[illegible]



**Stockage de la cellule : Cellule n°1**

Mode de stockage **LI**  
Masse totale de liquides inflammables **482** t

**Palette type de la cellule Cellule n°1****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 utilisateur**

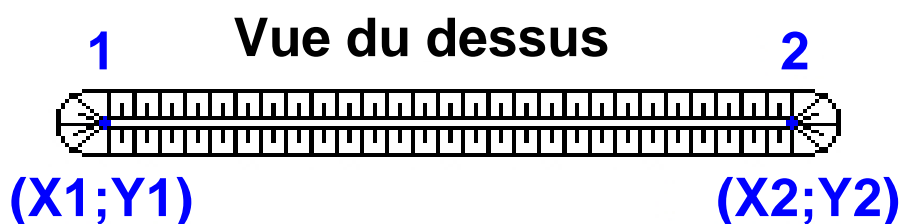
Poids total de la palette : **Par défaut**

**La palette LI est définie par l'utilisateur.**

Les données suivantes sont utilisées

Vitesse de combustion : **20** g/m²/s  
Chaleur de combustion : **22,24** MJ/kg

## Merlons



Merlon n°	Hauteur (m)	Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
		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

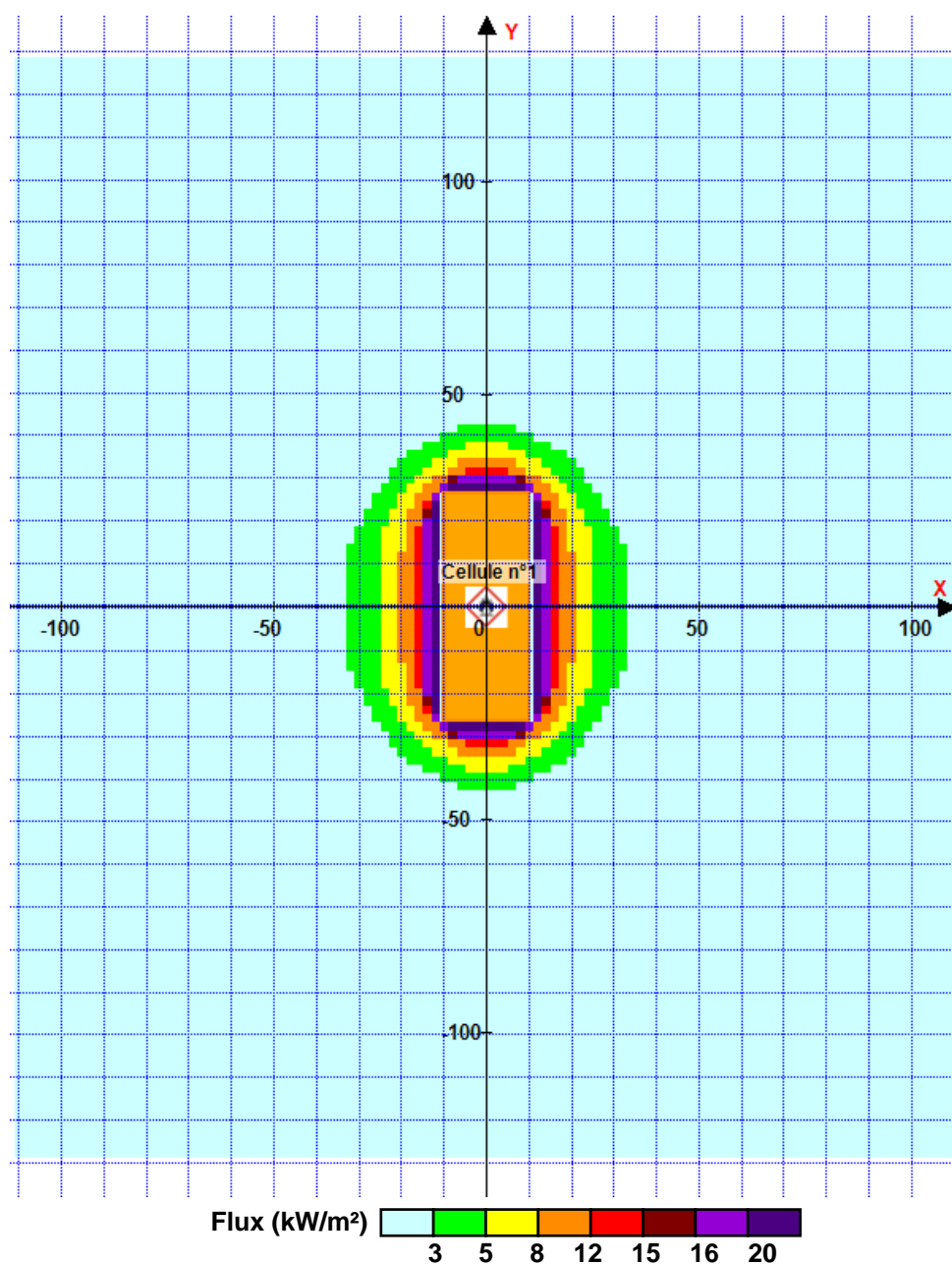
## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule n°1**

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

Durée indicative de l'incendie dans la cellule LI : Cellule n°1 **376,1** 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.

**PIECE JOINTE N°25**

**CALCUL DE DIMENSIONNEMENT DES  
EVENTS**

Mixture :

Ethanol

Mixture

Hauteur	3,4
Diamètre	3,5

Ufb	Débit de vaporisation	Nm <sup>3</sup> /s		1,201
Aw	Surface de robe au contact du liquide	m <sup>2</sup>	2xrxπxh	37,733
Hv	Chaleur de vaporisation	kJ/kg	891	891,0
M	Masse molaire	kg/kmole	46	46
Ri	Coefficient de réduction pour prendre en compte l'isolation thermique	/	1	1
T	Température d'ébullition	K	352,15	352,15
Section de l'évent Se		m <sup>2</sup>		0,0510
ρ air	masse volumique de l'air	kg/m <sup>3</sup>	1,3	1,3
Cd	coefficient aéraulique de l'évent	/	0,6 à 1	0,6
Ufb	Débit de vaporisation	Nm <sup>3</sup> /s		1,201
Δ p	Pression de design de la cuve	Pa		1000
Deeq				
	Rayon équivalent	m		0,13
	Diamètre équivalent	m		0,25

Mixture :

Acétone

Mixture

Hauteur	3,4
Diamètre	3,5

<b>Ufb</b>	Débit de vaporisation	Nm <sup>3</sup> /s		1,729
<b>Aw</b>	Surface de robe au contact du liquide	m <sup>2</sup>	$2\pi r x \pi x h$	37,714
<b>Hv</b>	Chaleur de vaporisation	kJ/kg	532	532,0
<b>M</b>	Masse molaire	kg/kmole	58,08	58,08
	Coefficient de réduction pour prendre en compte l'isolation thermique	/	1	1
<b>Ri</b>				
<b>T</b>	Température d'ébullition	K	329	329
<b>Section de l'évent Se</b>		<b>m<sup>2</sup></b>		<b>0,0735</b>
<b>ρ air</b>	masse volumique de l'air	kg/m <sup>3</sup>	1,3	1,3
<b>Cd</b>	coefficient aéraulique de l'évent	/	0,6 à 1	0,6
<b>Ufb</b>	Débit de vaporisation	Nm <sup>3</sup> /s		1,729
<b>Δ p</b>	Pression de design de la cuve	Pa		1000
<b>Deeq</b>	Rayon équivalent	m		0,15
	Diamètre équivalent	m		0,31

Mixture :

Méthanol

Mixture

Hauteur	3,4
Diamètre	3,5

Ufb	Débit de vaporisation	Nm <sup>3</sup> /s		1,052
Aw	Surface de robe au contact du liquide	m <sup>2</sup>	$2 \times r \times \pi \times h$	37,733
Hv	Chaleur de vaporisation	kJ/kg	1195	1195,0
M	Masse molaire	kg/kmole	32	32
	Coefficient de réduction pour prendre en compte l'isolation thermique	/	1	1
Ri				
T	Température d'ébullition	K	338,15	338,15
<b>Section de l'évent Se</b>		<b>m<sup>2</sup></b>		<b>0,0447</b>
ρ air	masse volumique de l'air	kg/m <sup>3</sup>	1,3	1,3
Cd	coefficient aéraulique de l'évent	/	0,6 à 1	0,6
Ufb	Débit de vaporisation	Nm <sup>3</sup> /s		1,052
Δ p	Pression de design de la cuve	Pa		1000
Deeq	Rayon équivalent	m		0,12
	Diamètre équivalent	m		0,24

Mixture :

Toluène

Mixture

Hauteur	3,4
Diamètre	3,5

<b>Ufb</b>	Débit de vaporisation	Nm <sup>3</sup> /s		2,173
<b>Aw</b>	Surface de robe au contact du liquide	m <sup>2</sup>	$2 \times r \times \pi \times h$	37,714
<b>Hv</b>	Chaleur de vaporisation	kJ/kg	363	363,0
<b>M</b>	Masse molaire	kg/kmole	92,14	92,14
	Coefficient de réduction pour prendre en compte l'isolation thermique	/	1	1
<b>Ri</b>				
<b>T</b>	Température d'ébullition	K	383,75	383,75
<b>Section de l'évent Se</b>		<b>m<sup>2</sup></b>		<b>0,0923</b>
<b>ρ air</b>	masse volumique de l'air	kg/m <sup>3</sup>	1,3	1,3
<b>Cd</b>	coefficient aéraulique de l'évent	/	0,6 à 1	0,6
<b>Ufb</b>	Débit de vaporisation	Nm <sup>3</sup> /s		2,173
<b>Δ p</b>	Pression de design de la cuve	Pa		1000
<b>Deeq</b>	Rayon équivalent	m		0,17
	Diamètre équivalent	m		0,34



Mixture :

Xylène

Mixture

Hauteur	3,4
Diamètre	3,5

Ufb	Débit de vaporisation	Nm <sup>3</sup> /s		2,209
Aw	Surface de robe au contact du liquide	m <sup>2</sup>	$2 \times r \times \pi \times h$	37,714
Hv	Chaleur de vaporisation	kJ/kg	347	347,0
M	Masse molaire	kg/kmole	106,16	106,16
	Coefficient de réduction pour prendre en compte l'isolation thermique	/	1	1
Ri				
T	Température d'ébullition	K	417,58	417,58
Section de l'évent Se		m <sup>2</sup>		0,0939
ρ air	masse volumique de l'air	kg/m <sup>3</sup>	1,3	1,3
Cd	coefficient aéraulique de l'évent	/	0,6 à 1	0,6
Ufb	Débit de vaporisation	Nm <sup>3</sup> /s		2,209
Δ p	Pression de design de la cuve	Pa		1000
Deeq	Rayon équivalent	m		0,17
	Diamètre équivalent	m		0,35

Mixture :

White Spirit (C9-C12)

Mixture

Hauteur	3,4
Diamètre	3,5

Ufb	Débit de vaporisation	Nm <sup>3</sup> /s		1,935
Aw	Surface de robe au contact du liquide	m <sup>2</sup>	$2\pi r \times \pi x h$	37,714
Hv	Chaleur de vaporisation	kJ/kg		306,0
M	Masse molaire	kg/kmole		210
Ri	Coefficient de réduction pour prendre en compte l'isolation thermique	/	1	1
T	Température d'ébullition	K		493,15
Section de l'évent Se		m <sup>2</sup>		0,0822
$\rho$ air	masse volumique de l'air	kg/m <sup>3</sup>	1,3	1,3
Cd	coefficient aéraulique de l'évent	/	0,6 à 1	0,6
Ufb	Débit de vaporisation	Nm <sup>3</sup> /s		1,935
$\Delta p$	Pression de design de la cuve	Pa		1000
Deeq				
	Rayon équivalent	m		0,16
	Diamètre équivalent	m		0,32

**PIECE JOINTE N°26**

**NOTE EXPLICATIVE DU SYSTEME  
D'EXTINCTION AUTOMATIQUE PAR MOUSSE  
HAUT FOISSONNEMENT**



# ISI - Industrie Services International

## Procès-verbal de mise en service

**Client :** DIFRAMA

**Lieu de l'intervention :** Noyelle-les-Seclin

**Date :** 04/09/2017

**N° Série moteur :** 1431309

**Heure d'arrivée :** 10h

**Heure de départ :** 12h45

**N° Série pompe :** 9973317287

**N° Série armoire :** B110862

### Nature de l'intervention

Mise en service du groupe motopompe et d'une pompe jockey ;

Courbe de pompe effectuée.

### Observations :

### Fournitures :



☒ Mise en service

☐ Intervention sous garantie

☐ Intervention facturable

L'installation est laissée en état de marche, l'ensemble des équipements, vannes, pompes, ... sont laissées dans leur position de fonctionnement nominal (automatique et manuel) prêts à être utilisés.

☐ OUI

☒ NON

	<b>Industrie Services International</b>	<b>Client</b>
<b>Nom et Prénom</b>	GRYBEK gaël	
<b>Signature et tampon</b>	<div>I.S.I. Industrie Services International 3 bis, rue P. Lemaire - D2130 Villers/Fère Tél : 03 20 953 141 124 email : isi02@gmail.com RCS : 520 184 078</div>	



Industrie. Services. International

## MISE EN SERVICE D'UN GROUPE MOTOPOMPE

---

SKID N° :

SITE : DIFRAMA

DATE : 04/09/2017

LOCALITE : Noyelle Les Seclin

---

### MOTEUR

MARQUE : IVECO    TYPE : N67MNTF 42.00    NUMERO DE SERIE : 1431309  
CH : 173    KW : 129    VITESSE : 2600 T/min

ARANGEMENT :

PRESSIION DE REFROIDISSEMENT : 2,4 Bars

PRESSIION D'HUILE PENDANT LES ESSAIS A 100% DE DEBIT : 8 Bars

TEMPERATURE D'EAU PENDANT LES ESSAIS A 100% : 82,9 °C

---

### POMPE A INJECTION

MARQUE : STANADYNE TYPE : D6 DB4429-5977 NUMERO DE SERIE : 17170628  
TYPE DE POMPE :



DIRECT



ROTATIVE



EN LIGNE

---

### ACCOUPLEMENT

MARQUE : KTR

TYPE : Couronne caoutchouc

ALIGNEMENT : OK

---

## ARMOIRE

**NORME :** NFPA

**MARQUE :** TORNATECH **TYPE :** GPD-12-220 **NUMERO DE SERIE :** B110862

**DEFAULT :**

SECTEUR	OK	NON AUTOMATIQUE	OK
CHARGEUR N°1	OK	NON DEMARRAGE	OK
CHARGEUR N°2	OK	MARCHE MOTEUR	OK
BATTERIE N°1	OK	TEMPERATURE HAUTE EAU MOTEUR	OK
BATTERIE N°2	OK	PRESSIION HUILE BASSE	OK
LIGNE DEMARREUR	NA	SURVITESSE	OK

## INSTRUMENTATION

**MARQUE :** TORNATECH **TYPE :** VIZITOUCH **VOLTS :** 12 Volts

## CHARGEURS

**MARQUE :** TORNATECH **TYPE :** 1BAT004 **NUMERO DE SERIE :**

**AMPERE :** 10 A **VOLTS :** 12 V

## BATTERIES

**MARQUE :** HUITRIC **TYPE :** DS 139 G **PUISSANCE :** 1050 A  
**CAPACITE :** 180AH **TAILLE :** 520x220x220 mm

## SEQUENCES DE DEMARRAGE

**REGLAGE :** 10,5 Bars **NOMBRE :** 15 s **MARCHE :** 15 s  
**ARRET :** **DEMARRAGE PAR :** PRESSOSTATS

☐

**CAPTEUR**

☒

**MARQUE :**

**TYPE :**

## POMPE

MARQUE : KSB TYPE : ETNF 150-125-315 NUMERO DE SERIE : 9973817287

HAUTEUR : 117 mètres

DEBIT : 320 m3/h

VITESSE : 2539 T/min

## COURBE

	T/min	Pression d'aspiration	Pression de refoulement	Débit
0%	2681	13,5	+0,63	0
80%	2644	12,1	+0,3	256
100%	2631	12	+0,29	320
120%	2613	10,8	+0,22	384
130%	2606	10,4	+0,2	416
140%	2602	9,8	+0,9	448
150%	2594	9,1	+0,15	480

## CIRCUIT DE REROIDISSEMENT

RADIATEUR 

RAMPE DE REFROIDISSEMENT



TAILLE DE LA RAMPE : 1''1/2

TAILLE DU FILTRE : 1''1/2

TYPE DE VANNE : Hydraulique

TAILLE DE LA VANNE : 1''1/2



# PROCES VERBAL DE RECEPTION

**A.I.TEC.**

Agence : A.I.TEC.  
Rue 1 468 Rue de la Couronne de Bierne  
Rue 2  
CP et Ville 59380 BERGUES  
N° de tel : 03 28 20 17 20  
N° de fax : 03 28 20 17 19

## CLIENT FACTURE

## ADRESSE D'INSTALLATION

☐ Idem client facturé

Nom ou raison sociale : DIFRAMA (SAS)  
Adresse : ZI Rue du Mont Templemars  
CP et Ville : 59139 NOYELLES LES SECLIN  
Installation conforme au DEVIS N° : 31472 ind B  
n° dossier : 16/31472

Nom ou raison sociale : DIFRAMA (SAS)  
Adresse : ZI Rue du Mont Templemars  
CP et Ville : 59139 NOYELLES LES SECLIN  
du : 22/06/2016

## RECEPTION DE L'INSTALLATION

☐ Détection intrusion ☐ Vidéosurveillance ☒ Détection incendie ☐ C.M.S.I ☐ Contrôle d'accès ☐ Autres  
Déclaration délivrée : Extinction Mousse  
☐ Déclaration de conformité avec annexe ☐ Déclaration de conformité sans annexe ☐ Déclaration d'installation  
☐ Sans réserve. ☐ Assortie des réserves suivantes, qui devront être levées pour le : .....

## REMARQUES A.I.TEC.

## RESERVES du Client

chefs de département Bâtiments  
Niveau Vitrerie extérieure (N°)  
identification de Robin Abouin

## RECEPTION DES SERVICES SOUSCRITS

☐ Sans réserve. ☐ Maintenance et/ou Télémaintenance ☐ Télésurveillance  
☐ Assortie des réserves suivantes, qui devront être levées .....

## REMARQUES A.I.TEC.

## RESERVES du Client

RI 0605.  
Fournir le DOE

Procédure de maintenance  
2 téléphones  
Rapport BASAL et eau  
Mousse Mousse

## RESPONSABILITES

A dater de ce jour, le client assure l'entière responsabilité de l'installation, y compris l'ensemble des obligations de l'utilisateur. Le client déclare avoir reçu la notice d'exploitation du système avec mention des possibilités d'accès au système, l'ensemble de la documentation (1) et la formation nécessaire à la bonne utilisation de son installation.

L'installation fournie ce jour demeure la propriété exclusive de A.I.TEC. jusqu'au complet règlement de celle-ci par le client.

Si un contrat de télésurveillance a été établi entre le client et Delta Télésurveillance, il est rappelé au client que l'installation peut être prise en compte uniquement si les consignes et la liste des personnes à contacter ont été transmises au centre de télésurveillance.

Si la prestation d'intervention physique sur alarme Delta Télésurveillance a été souscrite avec le contrat de télésurveillance, l'appel à l'intervenant ne sera effectué qu'à compter de la date de raccordement au centre de télésurveillance plus 7 jours

	Date	Signature(s)
PV de formation annexée au Dossier d'Ouvrage Exécuté		
Remise du Dossier d'Ouvrage		
Remise PV des levées de réserves		

Fait à : Noyelles les Seclins le 09/04/18. La durée de garantie (2) est fixée à un an, jusqu'au .....

<p>Nom du signataire : Qualité du signataire : CACHET ET SIGNATURE</p> <p><b>A.I.TEC.</b> 468 rue de la couronne de Bierne 59380 BERGUES 03 28 20 17 20 SAS au capital de 230 000 € 391 734 696 R.C.C. Bordeaux</p>	<p>Nom du signataire : Qualité du signataire : CACHET ET SIGNATURE</p> <p><b>DIFRAMA SAS</b> Zone industrielle de Seclin 25a rue du Mont de Seclin 59139 Noyelles les Seclin Mail: diframa@nordnet.fr</p>
---	---

Le client reconnaît avoir reçu un exemplaire de ce procès verbal, du dossier technique et du code confidentiel de Télésurveillance le cas échéant

(1) : dans le cadre d'installations multiples et/ou complexes, voir bordereau de transmission de dossier

(2) : la garantie ne s'applique que sur le matériel neuf fourni et installé par A.I.TEC.



Agence Côte d'opale  
468 rue de la couronne de Bierne  
59380 BERGUES  
Tél. : 03.28.20.17.20  
Fax : 03.28.20.17.19

DIFRAMA  
A l'attention de M. PREVOST  
ZI RUE DU MONT TEMPLEMARS  
59139 NOYELLES LES SECLIN

Bergues, le 09/06/2021

Objet : Système d'extinction mousse haut foisonnement

Monsieur PREVOST,

Pour faire suite à votre demande par mail du vendredi 4 juin 2021, veuillez trouver ci-dessous l'attestation de l'entreprise ISI avec qui nous travaillons en étroite collaboration dans le cadre de l'étude, de la conception et la mise en œuvre des systèmes d'extinction mousse haut foisonnement.

Soucieux de répondre au mieux à vos attentes, nous vous prions d'agréer Monsieur PREVOST, en nos salutations distinguées.

TACCOEN Damien  
Responsable activité travaux



Benjamin Lerouyer  
Directeur Technique

DIFRAMA

Mr PREVOST

A Fère, Le 07/06/2021

Copie : Xavier Patin

Copie : Damien Taccoen, CEMIS

Objet : Système mousse Installé par CEMIS

Monsieur,

Je vous confirme que votre installation de protection mousse installée par CEMIS sur votre site de Noyelles les Seclin

- est bien conçue pour un noyage TOTAL calculé selon NFPA 11 pour la hauteur de stockage de 5m
- que le design prévoit un supplément de noyage de 0.6m au-dessus de la hauteur de stockage maximale
- qu'en pratique, la réserve d'émulseur et d'eau permet plusieurs noyages totaux, et en pratique de maintenir le niveau de mousse au-dessus de la hauteur maximale de stockage.

Benjamin Lerouyer

  
Industrie Services International  
**BENJAMIN LEROUYER**

**local 1****S = 1050,47 m<sup>2</sup>****Note de Calcul**

*Protection par mousse haut foisonnement  
selon NFPA 11*

**1°) Local à Protéger**

Hauteur du risque	5	m	Stabilité au feu	> 1/2H
+ surhauteur noyage	0,6	m		
Surface du risque	1050,47	m <sup>2</sup>	Local Sprinklé ?	Non
Vol. inflammables		m <sup>3</sup>		
Volume de noyage brut	5882,6	m <sup>3</sup>		
Volume de noyage Réel	5882,6	m <sup>3</sup>		

**2°) Combustibles**

Catégorie	Cat1
Descriptif littéral	

**3°) Calcul des besoins**

Temps prod mousse Après alarme	30	s	Facteur Compensation de Tassement	1,2
Temps de noyage	3	min	Facteur Compensation de Fuite	1,28

**Débit de mousse souhaité 3011,91 m<sup>3</sup>/min**

**3°) Couple Générateur / Emulseur**

Générateur HF	GHE 400			
Emulseur utilisé	Profilm AR 3-3	Dosé à	3	%
Facteur k	175,8			
Foisonnement	597			
Débit prémélange	393,0	l/min	à	5 bar
Débit de mousse	234,6	m <sup>3</sup> /min		5 bar nominal

**4°) Calcul des Besoins**

Nbre mini générateurs	12,84		Durée de fonct.	15	min
Nbre réel générateurs	13		Qté eau mini	74,3	m <sup>3</sup>
Débit total prémélange	5109,0	l/min			
Débit d'eau nécessaire	4955,7	l/min	Qté émuls. mini	2299	l
	297,3	m <sup>3</sup> /H		2,30	m <sup>3</sup>

**PIECE JOINTE N°27**

**ETUDE DE PROTECTION Foudre**



# *Analyse Risque Foudre*





## *Etude Technique*

### **DIFRAMA**

Site de Noyelles Les Seclin (59)

<b>TEC FOUORE</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 1/69

## 1- HISTORIQUE DES EVOLUTIONS :

Indice de révision	Date	Objet de l'évolution	Nom et signatures	
			Rédacteur	Vérificateur
0	01/03/16	Version initiale	BG 	KT 
1	25/03/16	Prise en compte des observations de la société KALIES	BG 	KT 

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 2/69

## 2- SOMMAIRE :

1- HISTORIQUE DES EVOLUTIONS :	2
2- SOMMAIRE :	3
3- GLOSSAIRE	5
4- LE RISQUE FOUDRE	7
5- INTRODUCTION	8
5.1. Références réglementaires et normatives	8
5.2. Définition de l'Analyse du Risque Foudre	8
5.3. Définition de l'Etude Technique	9
6- PRINCIPES GENERAUX :	10
6.1. Situation géographique :	10
6.2. Rubriques ICPE	10
6.3. Documents mis à disposition	11
7- ANALYSE DE RISQUE FOUDRE (A.R.F)	12
7.1. Densité de foudrolement	12
7.2. Résistivité du sol	12
7.3. Identification des risques dus à la foudre	13
7.4. Détermination des niveaux de protection	13
7.4.1. Identification des structures à protéger	13
7.4.2. Description du bâtiment	14
7.4.3. Description de la zone cuves	14
7.4.4. Equipements ou fonctions à protéger	15
7.5. Évaluations du risque foudre	15
8- ETUDE TECHNIQUE DU SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE	16
8.1. Principes de protection : IEPF et IIPF	16
8.1.1. Les Installations Extérieures de Protection Foudre (I.E.P.F)	16
8.1.2. Les Installations Intérieures de Protection Foudre (I.I.P.F)	16
8.2. PRECONISATIONS	22
8.2.1. Protections : Les Installations Extérieures de Protection Foudre (IEPF)	22
8.2.2. Protections : Les Installations Intérieures de Protection Foudre (IIPF)	26
8.2.3.1 Rappel Général	26
8.2.3.2 Liste des Parafoudres de type 1	29
8.3. Protection des courants faibles	32
8.4. Les Equipements à sécuriser hors cadre de la réglementation	33
8.5. Equipotentialité	33
8.6. Qualification des entreprises travaux	35
8.7. Observations	35
9- VERIFICATION DES PROTECTIONS CONTRE LA FOUDRE	36
9.1. Vérification initiale	36
9.2. Vérifications périodiques	36
10- LA PROTECTION DES PERSONNES	38
10.1. Prévention et enregistrement des impacts	38
10.1.1. La détection d'orage et l'enregistrement	38
10.1.2. Les mesures de sécurité	38

<b>TEC FOUDRE</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 3/69

10.2.	Tension de contact et de pas	39
10.2.1.	Tension de contact	39
10.2.2.	Tension de pas	39
11-	ANNEXES	40
11.1.	Annexe 1 : Vue aérienne	41
11.2.	Annexe 2 : Visualisation des risques R1 sans et avec protection	42
11.3.	Annexe 3 : Données de sortie Jupiter	44
11.4.	Annexe 4 : Prise de terre paratonnerre	52
11.5.	Annexe 5 : Distance de séparation	55
11.6.	Annexe 6 : Equipotentialité	58
11.7.	Annexe 7 : Carnet de bord	61
11.8.	Annexe 8 : Notice de vérification et de maintenance	65
11.8.1.	Les IEPF :	65
11.8.2.	Les IIPF :	66
11.8.3.	La prévention :	66
11.8.4.	Vérification des protections foudre	67

NOMBRE DE PAGES DU DOSSIER : 69

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 4/69



### 3- GLOSSAIRE

#### **Installation Extérieure de Protection contre la Foudre (IEPF) :**

Son rôle est de capter et de canaliser le courant de foudre vers la terre par le chemin le plus direct (en évitant la proximité des équipements sensibles). L'IEPF est composée :

- du système de capture : il est constitué de paratonnerres stratégiquement placés et de dispositifs naturels de capture ;
- des conducteurs de descente destinés à écouler le courant de foudre vers la terre ;
- du réseau des prises de terre ;
- du réseau d'équipotentialité (un maillage métallique des masses et des éléments conducteurs complété éventuellement par la mise en place de parafoudres et d'éclateurs).

#### **Installation Intérieure de Protection contre la Foudre (IIPF) :**

Son rôle principal est de limiter les perturbations électriques à l'intérieur des installations à des valeurs acceptables pour les équipements. L'IIPF est composée :

- du réseau d'équipotentialité : Il est obtenu par un maillage métallique des masses et des éléments conducteurs ;
- de parafoudres, de filtres, etc. spécifiquement conçus pour chaque type de signal à transmettre ;

#### **Méthode déterministe :**

Cette méthode ne prend pas en compte le risque de foudroiement local. Par conséquent, quelque soit la probabilité d'impact, une structure ou un équipement défini comme IPS, 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 tels que cheminées, aéro-réfrigérants, racks, stockages extérieurs) cette méthode est choisie.

#### **Méthode probabiliste :**

L'évaluation probabiliste du risque permet une classification des risques de la structure, elle permet donc de définir des priorités dans le choix des protections et de vérifier la pertinence d'un système de protection.

Elle permet de définir les niveaux de protections à atteindre pour les bâtiments, afin de lutter contre les effets directs et indirects de la foudre.

La méthode utilisée s'applique aux structures fermées (de type bâtiment), elle tient compte des dimensions, de la structure du bâtiment, de l'activité qu'il abrite, et des dommages que pourrait engendrer la foudre en cas de foudroiement sur ou à proximité des bâtiments.

Les risques de dommages causés par la foudre peuvent être de 4 types :

- R1 : Risque de perte humaine
- R2 : Risque de perte de service public
- R3 : Risque de perte d'héritage culturel
- R4 : Risque de pertes économiques

Suivant la circulaire du 24/04/2008, seul le risque R1 est pris en considération.

<b>TEC FOUDRE</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 5/69

Lorsque le risque calculé est supérieur au risque acceptable, des solutions de protection et de prévention sont adoptées jusqu'à ce que le risque soit rendu acceptable. Cette méthode probabiliste permet d'évaluer l'efficacité de différentes solutions afin d'optimiser la protection. Le résultat obtenu fournit le niveau de protection à mettre en œuvre à l'aide de parafoudres, d'interconnexions et/ou de paratonnerres.

Pour évaluer le risque dû aux coups de foudre dans une structure, nous utiliserons la norme 62 305-2. Elle propose une méthode d'évaluation du risque foudre. Une fois fixée la limite supérieure du risque tolérable, la procédure proposée permet de choisir les mesures de protection appropriées pour réduire le risque à une valeur inférieure ou égale à la valeur limite tolérable. Cela débouchera sur la définition d'un niveau de protection allant de I, pour le plus sévère, à IV pour le moins sévère.

### Niveau de protection ( $N_P$ ) :

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

Caractéristiques de la structure	niveau de protection
Structure non protégée par SPF.	-
Structure protégée par un SPF	IV
	III
	II
	I

Les niveaux de protection s'échelonnent du « Niveau IV » au « Niveau I ».

Le niveau IV étant le niveau de protection normal tandis que le niveau I est le niveau de protection maximal.

### Equipements Importants pour la Sécurité (EIPS) :

Pour être qualifié **d'éléments important pour la sécurité** (EIPS), un élément (opération ou équipement) doit être choisi parmi les **barrières de sécurité** destinées à prévenir l'occurrence ou à limiter les conséquences d'un événement redouté central susceptible de conduire à un **accident majeur**.

### Parafoudre :

Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à écouler les courants de choc. Il comprend au moins un composant non linéaire.

### Parafoudres coordonnés :

Parafoudres coordonnés choisis et installés de manière appropriée pour réduire les défaillances des réseaux électriques et électroniques.

### Système de protection contre la foudre (SPF) :

Installation complète utilisée pour réduire les dommages physiques dus aux coups de foudre qui frappent une structure. Elle comprend à la fois des installations extérieures et intérieures de protection contre la foudre.

### Zone de protection foudre (ZPF) :

Zone dans laquelle l'environnement électromagnétique de foudre est défini.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	25.03.2016	
		Révision 1	Page 6/69

#### 4- LE RISQUE Foudre

Avant d'entamer précisément le dossier d'étude du risque foudre, il est nécessaire de rappeler quelques principes fondamentaux sur la foudre et ses effets destructeurs.

Événement initiateur	Événement redouté	Phénomènes dangereux	Effets
FOUDRE	ETINCELLE	EXPLOSION INCENDIE PERTE D'EIPS	IMPACT HUMAIN, ENVIRONNEMENTAL & INDUSTRIEL

La foudre est un courant de forte intensité, 30 kA en moyenne avec des maxima de l'ordre de 100 kA, se propageant avec des fronts de montée extrêmement raides entre deux masses nuageuses ou entre une masse nuageuse et le sol.

Ce courant de foudre peut avoir des conséquences très dommageables pour les structures même des bâtiments lorsqu'elles sont directement frappées. La parade est relativement simple à trouver : l'installation de paratonnerres ou la prise en compte d'éléments constitutifs (naturel) du bâtiment en tant que tel.

Mais elle peut aussi causer d'innombrables dégâts aux équipements électriques, électroniques et informatiques qui se trouvent à proximité du point d'impact, en cherchant à s'écouler à la terre par tous les éléments conducteurs qu'elle rencontre sur son chemin. Elle rayonne également un champ électromagnétique très intense, lui-même générateur de courants parasites sur les câbles qu'il illumine. Enfin, elle crée des phénomènes dits de "couplage de terre" lors de son écoulement à la terre.

La parade contre ces effets secondaires est plus difficile à mettre en place dans la mesure où le danger peut avoir des origines multiples. Néanmoins, les progrès de ces dernières années sur la connaissance de ces phénomènes nous permettent aujourd'hui de nous en protéger grâce aux mesures suivantes :

- Réalisation d'une parfaite équipotentialité des terres du site dont le but est de limiter les conséquences des phénomènes de couplage de terre, complétée en surface par l'interconnexion des masses métalliques tels que chemins de câbles en acier, structure métallique, tuyauteries et conduits divers à proximité des équipements sensibles. Ce réseau en surface, encore appelé "Plan de Masse", a pour effet de réduire les courants vagabonds qui circulent habituellement dans ces éléments conducteurs.
- Cette mesure de mise en équipotentialité peut être complétée par l'installation de parafoudres sur les lignes provenant de l'extérieur des bâtiments et reliées aux équipements importants pour la sécurité ou aux électroniques fragiles, pour les protéger contre les surtensions transitoires dont l'origine a été expliquée précédemment.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 7/69

## 5- INTRODUCTION

### 5.1. Références réglementaires et normatives

L'étude est réalisée dans le respect des règles de l'art, conformément aux prescriptions, normes, décrets et textes officiels en vigueur à ce jour, et plus particulièrement aux documents suivants :

#### ❖ Normes

Norme	Désignation
NF C 17-102 (Septembre 2011)	Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage
NF C 15-100 (Décembre 2002)	Installations électriques Basse Tension § 443 et § 543
NF EN 62305-1 (Juin 2006)	Protection contre la foudre, Partie 1 : Principes généraux
NF EN 62305-2 (Décembre 2006)	Protection contre la foudre, Partie 2 : Evaluation du risque
NF EN 62305-3 (Décembre 2012)	Protection contre la foudre, Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
NF EN 62305-4 (Décembre 2012)	Protection contre la foudre, Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures

#### ❖ Réglementation

Document	Désignation
Arrêté du 4 octobre 2010	Arrêté relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011
Circulaire du 24 avril 2008	Application de l'arrêté du 19 juillet 2011

### 5.2. Définition de l'Analyse du Risque Foudre

L'objet de cette étude, conformément à l'arrêté du 4 octobre 2010, est d'analyser la nécessité de protection foudre et le niveau associé pour chaque unité concernée du site.

Selon l'article 18 de l'Arrêté du 19 juillet 2011 :

L'Analyse du Risque Foudre identifie les équipements et installations dont une protection doit être assurée. Elle est basée sur une évaluation des risques réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2. Elle définit les niveaux de protection nécessaires aux installations. Cette étude tient compte des risques inhérents à votre site, vus dans l'étude de dangers.

Cette analyse est systématiquement mise à jour à l'occasion de modifications notables des installations nécessitant le dépôt d'une nouvelle autorisation au sens de l'article R. 512-33 du code de l'environnement et à chaque révision de l'étude de dangers ou pour toute modification des installations qui peut avoir des répercussions sur les données d'entrées de l'ARF.

<b>TEC FOUDRE</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 8/69

Et selon sa circulaire associée du 24 avril 2008 :

L'ARF 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'ARF 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.

Pour conclure, la méthode est modélisée à travers un logiciel spécialisé et officiel : JUPITER ver 1.3.0 de l'UTE, logiciel que nous avons utilisé pour cette étude.

### 5.3. Définition de l'Etude Technique

L'objet de cette étude est de valider une solution de protection foudre pour chaque unité concernée du site. L'Etude Technique s'effectue comme suit :

#### ❖ Protection des effets directs (Installation Extérieure de Protection contre la Foudre)

Le but de cette étude est d'indiquer les dispositions à prendre pour obtenir, dans l'état actuel des connaissances de la technique et de la réglementation en vigueur, une protection satisfaisante des bâtiments et installations fixes, contre les coups de foudre directs.

Nous proposons pour chaque bâtiment ou structure la solution de protection la mieux adaptée possible à la situation rencontrée.

#### ❖ Protection des effets indirects (Installation Intérieure de Protection contre la Foudre)

Il y a lieu d'assurer une montée en potentiel uniforme des terres et des masses en cas de choc foudre sur le site.

Cette montée en potentiel uniforme permet de limiter les effets de claquage et les courants vagabonds, pouvant être des facteurs déclenchant dans les zones à risque ou bien destructeurs pour les équipements électroniques. Pour cela, l'examen des réseaux de terre est réalisé.

Les lignes électriques seront aussi examinées afin de limiter les surtensions qu'elles peuvent transmettre et devenir un éventuel facteur déclenchant dans les zones à risques à l'intérieur du site.

#### ❖ Prévention

Il y est défini les systèmes de détection d'orage, les mesures de sécurité et les moyens de protection contre les tensions de pas et de contact.

#### ❖ Notice de vérification et maintenance

Il y est défini la périodicité, la procédure de vérification, le rapport de vérification et la maintenance.

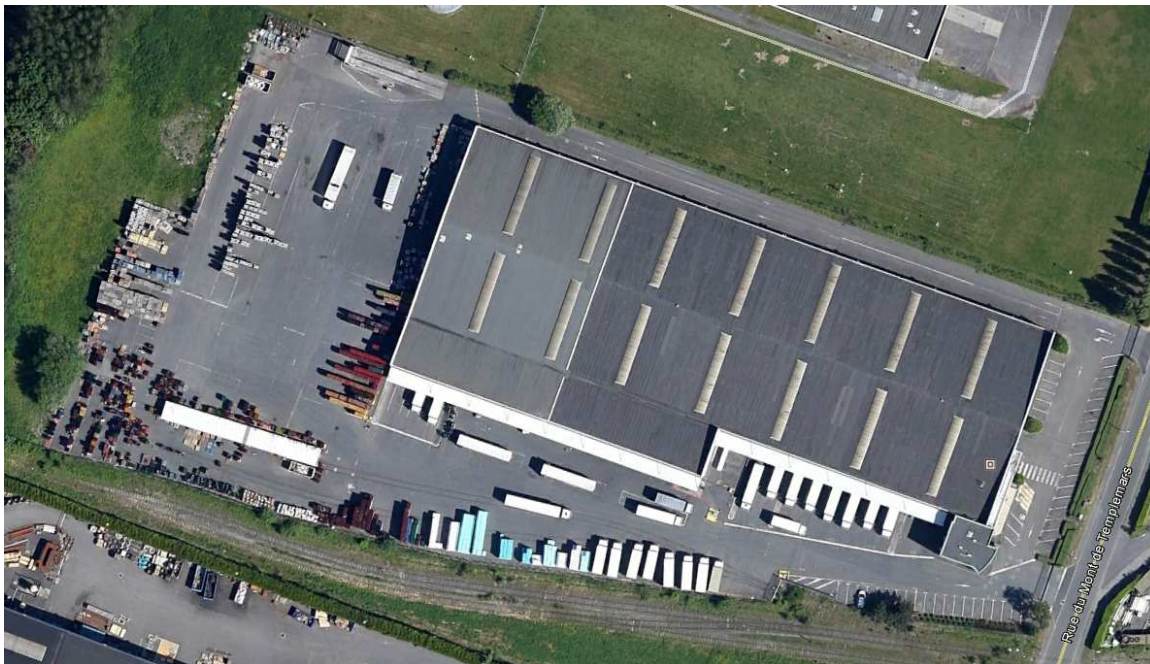
<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 9/69



## 6- PRINCIPES GENERAUX :

### 6.1. Situation géographique :

Le site étudié est un bâtiment implanté sur la commune de Noyelles Les Seclin (59).



Source : Google Earth



Source : application Plans (Apple)

### 6.2. Rubriques ICPE

Rubrique 1510.3 : Entrepôts couverts (stockage de matières ou produits combustibles en quantité supérieure à 500 tonnes dans des), à l'exclusion des dépôts utilisés au stockage de catégories de matières, produits ou substances relevant, par ailleurs, de la présente nomenclature, des bâtiments destinés exclusivement au remisage de véhicules à moteur et de leur remorque, des établissements recevant du public et des entrepôts frigorifiques.

3. Supérieur ou égal à 5 000 m<sup>3</sup> mais inférieur à 50 000 m<sup>3</sup>

<b>TEC FOUDRE</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 10/69

Rubrique 4331 : Liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la rubrique 4330.

2. Supérieure ou égale à 100 t mais inférieure à 1 000 t

6.3. Documents mis à disposition

L'Analyse de risque foudre et l'Etude Technique se basent sur les informations et les documents fournis lors de notre audit du site le 29/02/16 :

- Reportage photos
- Vues aériennes (Google Earth / Via Michelin / Géoportail)

En l'absence de l'ensemble des documents et de l'étude de dangers, les risques retenus dans notre étude ont été établis conjointement avec l'exploitant du site.

*Annexe 1 : Vue aérienne*

<b>TEC FOUDRE</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 11/69

## 7- ANALYSE DE RISQUE Foudre (A.R.F)

### 7.1. Densité de foudroiemnt

La densité de foudroiemnt nous est donnée par Météorage :

**Météorage**  
La foudre sous surveillance

**Statistiques du foudroiemnt**

Formulaire / Confirmation / Paiement / Résultat

Archives

**Résultat**

Commune : NOYELLES-LES-SECLIN (59)

Densité d'arcs : 1,05 arcs par an et par km²

Classement de la commune en termes de densité d'arcs : 26497<sup>ème</sup>

Les résultats ci-dessus sont fournis par Météorage à partir des données du réseau de détection des impacts de foudre pour la période 2006-2015.  
La meilleure représentation actuelle de l'activité orageuse est la densité d'arcs qui est le nombre d'arcs de foudre au sol par km² et par an.  
La valeur moyenne de la densité d'arcs, en France, est de 1,53 arcs / km² / an.  
[Pour en savoir plus, cliquer ici pour obtenir une note sur la densité de foudroiemnt.](#)

COPYRIGHT METEORAGE  
Cette fourniture est régie par les conditions générales de vente disponibles ici :  
<http://www.meteorage.fr/informations/conditions-generales-de-vente>

Retour

Nous contacter par email

afaq ISO 9001 Qualifoudre

**Densité de foudroiemnt : 1,05**

Source : <http://temps-passe.meteorage.fr>

### 7.2. Résistivité du sol

En l'absence de données précises et en application de la norme NF EN 62-305-2, nous retiendrons la valeur par défaut soit 500  $\Omega$ m.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 12/69



### 7.3. Identification des risques dus à la foudre

Risque d'incendie et d'explosion : Le bâtiment étant une entreprise spécialisée dans les produits chimiques pour l'automobile. Les produits inflammables seront stockés dans le bâtiment. En l'absence de données précises et par mesure de sécurité, nous retiendrons un risque d'incendie élevé vis-à-vis de la foudre.

Le site ne présente pas de zone ATEX Z0 ou Z20 directement impactable par la foudre. Nous ne retiendrons donc pas le risque d'explosion dans notre étude.

Pollution de l'environnement : les produits dangereux sont stockés sur une zone cuves au nord ouest du site. Le stockage est sur rétention. Nous ne retiendrons donc pas de risque pour l'environnement dans notre étude.

Seul un incendie aurait un impact sur l'environnement, nous agissons déjà sur ce risque.

#### DE PLUS NOUS POUVONS AJOUTER QUE :

Risque de panique des personnes : le nombre de personnes présentes sur le site est inférieur à 100 personnes. Ces personnes sont formées à l'évacuation du site apportant un nombre important d'issues de secours, ce qui réduit fortement ce facteur de panique.

Nous retiendrons donc un risque de panique faible dans notre étude.

#### D'AUTRE PART :

Situation relative : le bâtiment est entouré de bâtiments industriels voisins, de parking, de candélabres, et d'espaces verts... . Ces structures sont en moyenne plus petites ou de même hauteur. Le bâtiment sera considéré comme entouré d'objets plus petits.

Moyens d'extinction incendie : nous retenons un système d'extinction manuel (extincteurs) pour l'ensemble du site et un système automatique d'extinction à mousse à haut foisonnement pour la cellule de liquides inflammables.

### 7.4. Détermination des niveaux de protection

#### 7.4.1. *Identification des structures à protéger*

Afin d'éviter de devoir installer des parafoudres sur chaque ligne transitant dans la nouvelle cellule coupe-feu, le bâtiment sera étudié en un bloc unique.

La zone cuves fera l'objet d'une analyse à part entière également.

Nous analyserons le site selon la méthode probabiliste.

Le poste sprinkler ne présente pas de risques particuliers vis-à-vis de la foudre, il ne fera donc pas l'objet d'une analyse de risque.

<b>TEC FOUDRE</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 13/69

#### 7.4.2. Description du bâtiment

PARAMETRE	VALEUR
Activité	Industriel
Dimensions (m)	L : 150 I : 60 H : 8 Hmax :
Matériaux	Bardage métallique, charpente métallique, IPN et toiture bac acier
Situation des structures avoisinantes	Entourés d'objets plus petits ou de même taille

LIGNE 1	Puissance
Nom	Courants forts
Longueur de la connexion (m)	200 m valeur par défaut
Lignes enterrées ou aériennes?	BT Enterrée
Bâtiment connecté	Réseau public

LIGNE 2	Puissance
Nom	Alimentation des cuves
Longueur de la connexion (m)	50 m valeur estimée
Lignes enterrées ou aériennes?	BT Enterrée
Bâtiment connecté	Zone cuves

LIGNE 3	Communication
Nom	Courants faibles
Longueur de la connexion (m)	1000 m valeur par défaut
Lignes enterrées ou aériennes?	TBT Enterrée
Bâtiment connecté	Réseau public

#### 7.4.3. Description de la zone cuves

PARAMETRE	VALEUR
Activité	Industriel
Dimensions (m)	L : 60 I : 20 H : 5 Hmax :
Matériaux	Cuves métalliques et fibres de verre
Situation des structures avoisinantes	Entourés d'objets plus petits ou de même taille

LIGNE 1	Puissance
Nom	Courants forts
Longueur de la connexion (m)	50 m valeur par défaut
Lignes enterrées ou aériennes?	BT Enterrée
Bâtiment connecté	Bâtiment Diframa

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	25.03.2016	
		Révision 1	Page 14/69

#### 7.4.4. Equipements ou fonctions à protéger

Les équipements importants pour la sécurité retenus sur le site sont :

- Centrale de détection incendie,
- Installation d'extinction automatique à mousse à haut foisonnement.

#### 7.5. Évaluations du risque foudre

Le site sera protégé contre la foudre après mise en place des mesures de protection suivantes (données Jupiter en annexe 2 et 3) :

Méthode probabiliste :

<b>Bâtiment Diframa</b>	<b>Structure nécessitant une protection de niveau IV contre les effets directs de la foudre</b>	<b>Structure nécessitant une protection de niveau IV contre les effets indirects de la foudre</b>
Zone cuves	Structure ne nécessitant pas de protection contre les effets directs de la foudre	Structure ne nécessitant pas de protection contre les effets indirects de la foudre de la foudre

EIPS :

Protection des équipements sensibles contre les effets indirects de la foudre.

EQUIPOTENTIALITES :

Liaisons équipotentielle des canalisations métalliques, des structures / équipements métalliques au réseau de terre du site.

PREVENTION :

Mise en place d'un système de prévention de situation orageuse à intégrer dans les procédures d'exploitation du site afin d'éviter toute activité dangereuse lors de périodes orageuses.

CONCLUSION :

Le bâtiment DIFRAMA doit être protégé contre les effets directs (toiture) et indirects (TGBT) de la foudre selon le niveau de protection  $N_p = IV$ .

La centrale de détection incendie et le sprinkler devront être protégés contre les effets indirects de la foudre.

La zone cuves n'a pas de besoin de protection contre la foudre.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 15/69

## 8- ETUDE TECHNIQUE DU SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

### 8.1. Principes de protection : IEPF et IIPF

#### 8.1.1. *Les Installations Extérieures de Protection Foudre (I.E.P.F)*

Il y a lieu de maîtriser le cheminement d'un éventuel courant de foudre et d'empêcher le foudroiement direct des bâtiments ou structures concernées. Pour le cas où le bâtiment ne bénéficierait pas d'une auto-protection satisfaisante (sur le plan technique et réglementaire), la solution consiste en la mise en place judicieuse d'un système de paratonnerre permettant de capter un éventuel coup de foudre se dirigeant sur les installations.

L'écoulement du courant de foudre doit être alors réalisé par des conducteurs reliant le plus directement possible ce captage à des prises de terre spécifiques. Les prises de terre paratonnerre doivent être reliées de façon équipotentielle au réseau de terre générale du site. Les masses métalliques situées à proximité des conducteurs de descente leur sont reliées en respectant les distances de sécurité indiquées dans les normes françaises NF EN 62305-3 et NF C 17 102, afin de ne générer aucun arc d'amorçage.

Toutes les parties métalliques doivent être raccordées à une liaison équipotentielle les reliant à la terre pour éviter les décharges électrostatiques et les risques d'amorçage.

#### 8.1.2. *Les Installations Intérieures de Protection Foudre (I.I.P.F)*

##### a) Réseau basse tension

Les points de livraison EDF se trouvent au niveau des postes de transformation.

Une protection de tête d'installation, disposée dans les TGBT, permet de briser l'onde de foudre venant du réseau EDF, et de supprimer une grande partie de son énergie.

Cette protection en tête d'installation est obligatoire suivant le texte de la norme NFC 15-100.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 16/69

Ci-dessous la synthèse :

## 5 RAPPEL DES REGLES DE LA NF C 15-100

Le tableau 1 ci-après reprend les règles de l'article 443 de la norme NF C 15-100 en prenant compte en complément l'indisponibilité de l'installation.

**Tableau 1 – Règles de protection**

Caractéristiques et alimentation du bâtiment	Densité de foudrolement ( $N_g$ ) Niveau kéraunique ( $N_k$ )	
	$N_g \leq 2,5$ $N_k \leq 25$ (AQ1)	$N_g > 2,5$ $N_k > 25$ (AQ2)
Bâtiment équipé d'un paratonnerre	Obligatoire <sup>(2)</sup>	Obligatoire <sup>(2)</sup>
Alimentation BT par une ligne entièrement ou partiellement aérienne <sup>(3)</sup>	Non obligatoire <sup>(4)</sup>	Obligatoire <sup>(5)</sup>
Alimentation BT par une ligne entièrement souterraine	Non obligatoire <sup>(4)</sup>	Non obligatoire <sup>(4)</sup>
L'indisponibilité de l'installation et/ou des matériels concerne la sécurité des personnes <sup>(1)</sup>	Selon analyse du risque	Obligatoire
<sup>(1)</sup> c'est le cas par exemple : <ul style="list-style-type: none"> <li>- de certaines installations où une médicalisation à domicile est présente ;</li> <li>- d'installations comportant des Systèmes de Sécurité Incendie, d'alarmes techniques, d'alarmes sociales, etc.</li> </ul>		
<sup>(2)</sup> Dans le cas des bâtiments intégrant le poste de transformation, si la prise de terre du neutre du transformateur est confondue avec la prise de terre des masses interconnectée à la prise de terre du paratonnerre (voir annexe G), la mise en œuvre de parafoudres n'est pas obligatoire. Dans le cas d'immeubles équipés de paratonnerre et comportant plusieurs installations privatives, le parafoudre de type 1 ne pouvant être mis en œuvre à l'origine de l'installation est remplacé par des parafoudres de type 2 ( $I_n \geq 5$ kA) placés à l'origine de chacune des installations privatives (voir annexe G).		
<sup>(3)</sup> Les lignes aériennes constituées de conducteurs isolés avec écran métallique relié à la terre sont à considérer comme équivalentes à des câbles souterrains.		
<sup>(4)</sup> L'utilisation de parafoudre peut également être nécessaire pour la protection de matériels électriques ou électroniques dont le coût et l'indisponibilité peuvent être critique dans l'installation comme indiqué par l'analyse du risque.		
<sup>(5)</sup> Toutefois, l'absence d'un parafoudre est admise si elle est justifiée par l'analyse du risque définie en 6.2.2.		

Lorsque le parafoudre n'est pas obligatoire, une analyse du risque peut être effectuée qui, si le coût des matériels mis en œuvre et leur indisponibilité sont vitaux dans l'installation, pourra le justifier.

Lorsqu'un parafoudre est mis en œuvre sur le circuit de puissance, il est recommandé d'en installer aussi sur le circuit de communication (voir analyse du risque dans le guide UTE C 15-443).

Lorsque des parafoudres sont mis en œuvre dans des réseaux de communication, ils doivent être reliés à la prise de terre des masses de l'installation.

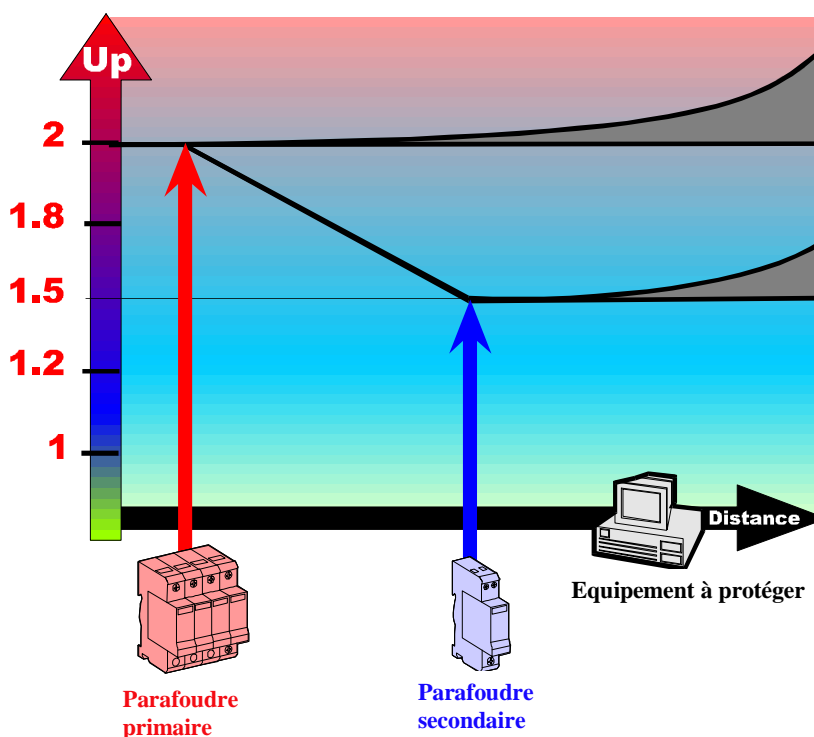
<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 17/69

D'autres équipements, jugés particulièrement sensibles ou pour lesquels la perte de continuité de service serait critique (exemple : Ascenseurs, systèmes informatiques et téléphoniques...) peuvent également être protégés par l'intermédiaire d'un second niveau de protection.

Ce second niveau est réalisé par des parafoudres dont la tension résiduelle, très basse, est adaptée à la sensibilité du matériel à protéger.

Ce concept s'appelle la « cascade » de parafoudres.

La « cascade » dans la pratique :



Le choix des parafoudres doit être fait en fonction de leur pouvoir d'écoulement en courant de décharge (facteur retenu pour les parafoudres primaires), de leur tension résiduelle (facteur important pour les parafoudres secondaires), de la tension nominale du réseau (généralement 400V triphasé), et du schéma de distribution du neutre (TN, TT, IT).

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 18/69

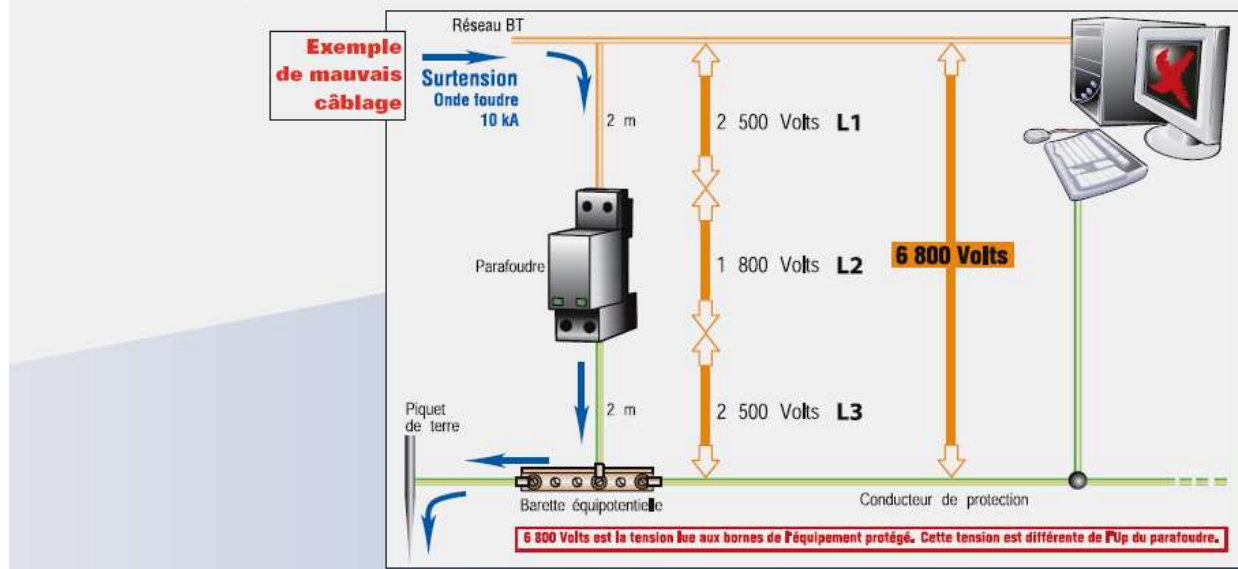
Le choix des sectionneurs fusibles ou disjoncteurs, doit être fait en fonction du type des parafoudres et de leur positionnement dans l'installation, de manière à assurer le pouvoir de coupure en courant de court circuit (Icc).

## La Règle des 50 cm

La longueur cumulée  $L1 + L2 + L3$  doit être inférieure à 50 cm, pour limiter la dégradation du niveau  $U_p$  du parafoudre.

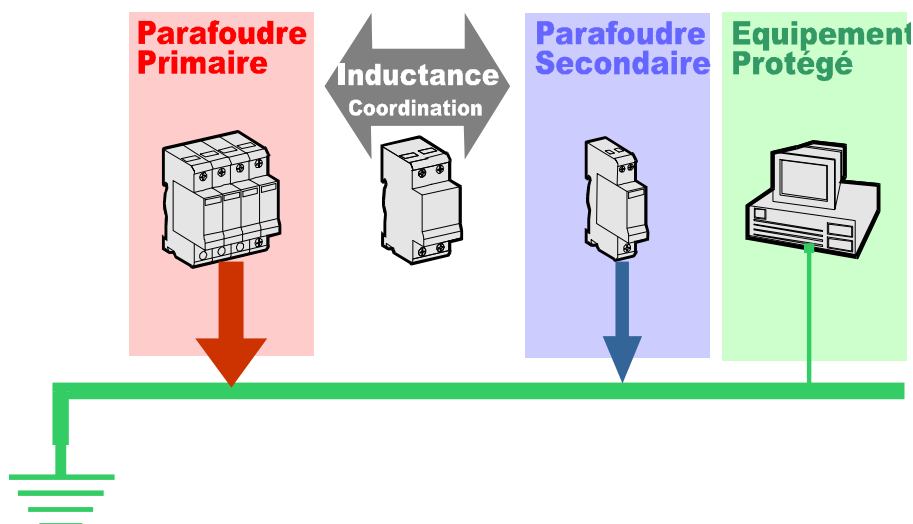
**En cas d'impossibilité :**

- Réduire cette longueur en déportant les bornes de raccordement.
- Sélectionner un parafoudre avec un  $U_p$  inférieur (à  $I_n$  égal...).
- Utiliser un montage en coordination.



Une longueur de câble minimum entre les deux étages de protection doit être respectée de manière à assurer le découplage nécessaire au bon fonctionnement de la protection cascade.

Dans le cas contraire, une inductance de découplage doit être adaptée au courant nominal au point considéré, pour assurer une bonne coordination de l'ensemble.



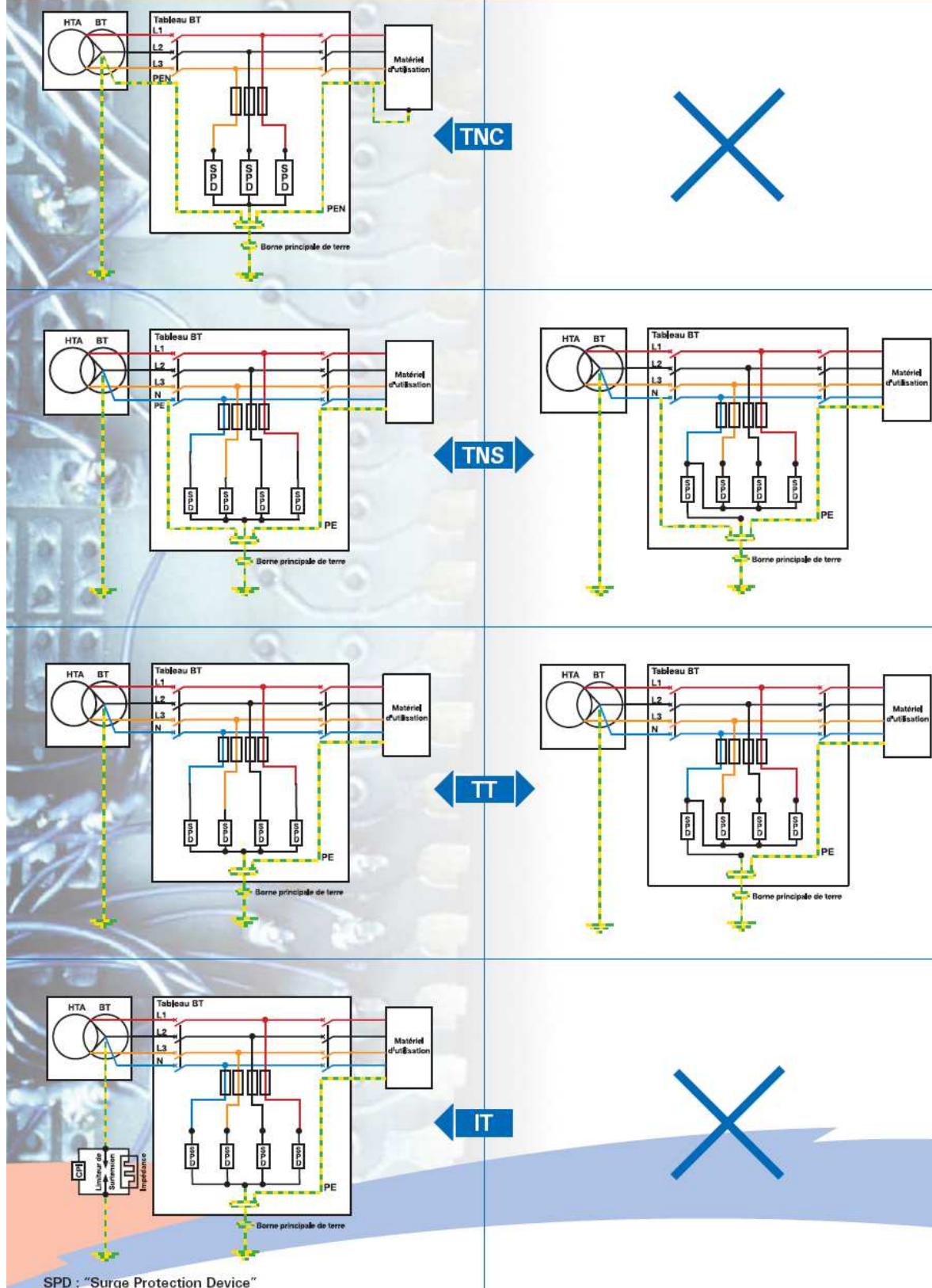
<p><b>TEC Foudre</b>  <b>59 Villeneuve d'Ascq</b>          Protection contre la foudre          Tel : 03 62 59 36 30</p>	<p>Analyse Risque Foudre          Etude Technique</p> <p><b>DIFRAMA</b>  <b>Noyelles Les Seclin (59)</b></p>	<p><b>25.03.2016</b></p>	
		<p>Révision 1</p>	<p>Page 19/69</p>



# Configurations possibles suivant le régime de neutre

## MODE COMMUN (C1)

## MODE COMMUN + DIFFERENTIEL (C2)

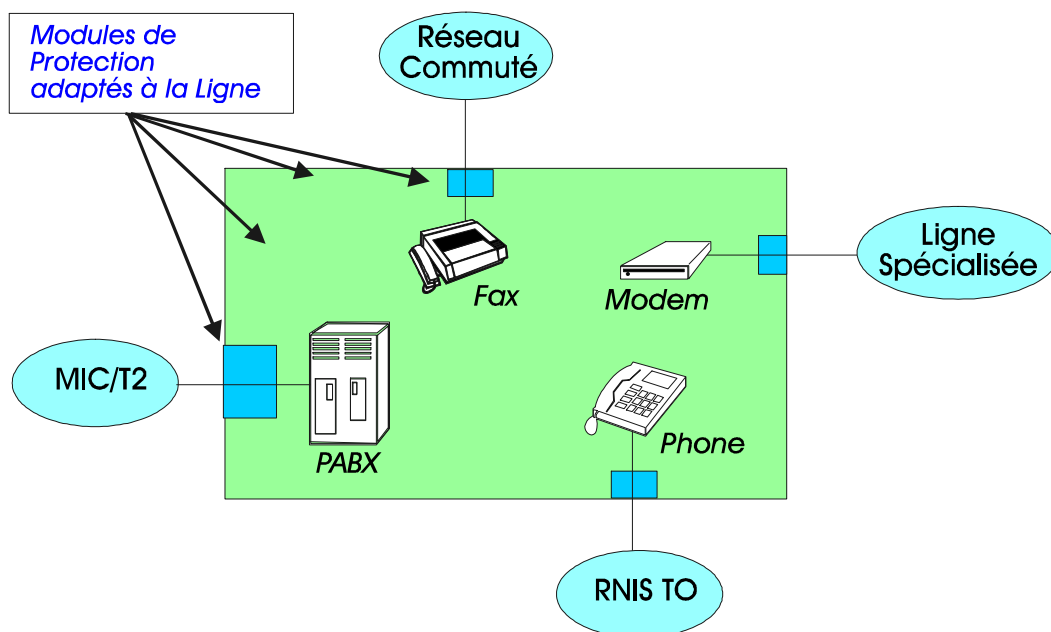




## b) Réseau téléphonique

L'interface FRANCE TELECOM/privé doit être équipée de parafoudres adaptés au type de ligne téléphonique (RTC, Numéris, MIC, LS...).

Ces parafoudres sont câblés « côté privé » et sont de technologie éclateur/diode pour offrir des performances satisfaisantes.



Les renseignements nécessaires à la bonne définition du matériel sont disponibles sur le « listing des têtes d'amorces » tenu à jour par France Télécom.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 21/69

## 8.2. PRECONISATIONS

### 8.2.1. *Protections : Les Installations Extérieures de Protection Foudre (IEPF)*

La probabilité de pénétration d'un coup de foudre dans la structure à protéger est considérablement réduite par la présence d'un dispositif de capture convenablement conçu. Un Système de Protection Foudre (SPF) est constitué de 3 principaux éléments :

- a) Dispositif de capture,
- b) Conducteur de descente,
- c) Prise de terre.

Nous distinguons :

#### **Les systèmes passifs régis par la norme NF EN 62305-3 :**

Cette technique de protection consiste à répartir sur le bâtiment à protéger, des dispositifs de capture à faible rayon de couverture (pour les pointes), des conducteurs de descente et des prises de terre foudre.

#### **Les systèmes actifs régis par la norme NF C 17-102 :**

Dans cette technique, le rayon de couverture des dispositifs de capture est amélioré par un dispositif ionisant. Les dispositifs de capture sont appelés Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA). Le rayon de protection d'un PDA dépend de sa hauteur (hm) par rapport à la surface à protéger, de son avance à l'amorçage ( $\Delta L$ ) et du niveau de protection nécessaire. Il est calculé à partir des abaques de la norme NF C 17-102. Un coefficient réducteur de 40 % doit être appliqué pour la protection des installations classées pour la protection de l'environnement soumise à l'arrêté du 4 octobre 2010.

**Les dispositifs de capture** peuvent être constitués par une combinaison quelconque des composants suivants :

- a) tiges simples (compris les mâts séparés),

Chaque pointe assurant une protection réduite, il est nécessaire d'implanter un très grand nombre de pointes pour des grandes structures. Cette solution n'est donc pas adaptée au site.

- b) fils tendus,

Cette solution n'est pas adaptée aux bâtiments. Elle est surtout utilisée pour des zones ouvertes de type « stockage ». Elle est donc écartée.

- c) conducteurs maillés,

Cette installation est complexe à mettre en œuvre sur des bâtiments de grande superficie et présente donc un coût important. Elle est donc écartée.

<b>TEC FOUDRE</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 22/69

d) structures naturelles,

La toiture du bâtiment est de type bac acier et sa structure est de type métallique. Afin de ne pas avoir à créer des conducteurs et des prises de terre tous les 20 m, nous ne retiendrons pas la structure naturelle comme capteur et écoulement naturel de la foudre. De plus un impact de foudre sur une surface métallique peut présenter des points chauds ou une fusion du métal au-dessus de matières inflammables et des personnes.

e) paratonnerres à dispositif d'amorçage,

Malgré la réduction obligatoire des rayons de protection de 40%, les PDA permettent en un point de protéger une grande superficie. Cette solution sera donc la plus adaptée pour la protection du bâtiment. Cette solution permet d'éviter tout impact directement sur le bâtiment et donc d'éviter les points chauds, fusion de métal au-dessus de matière inflammable.

**Les conducteurs de descente** peuvent être constitués par une combinaison quelconque des composants suivants :

a) structures naturelles,

Les éléments suivants de la structure peuvent être considérés comme des descentes "naturelles":

a) les installations métalliques, à condition que:

- la continuité électrique entre les différents éléments soit réalisée de façon durable, conformément aux exigences de 5.5.2,
- leurs dimensions soient au moins égales à celles qui sont spécifiées pour les descentes normales dans le Tableau 6.

Les canalisations transportant des mélanges inflammables ou explosifs ne doivent pas être considérées comme des composants naturels de descente si le joint entre brides n'est pas métallique ou si les brides ne sont pas connectées entre elles de façon appropriée.

NOTE 1 Les installations métalliques peuvent être revêtues de matériau isolant.

b) l'ossature métallique de la structure présentant une continuité électrique;

NOTE 2 Pour des éléments préfabriqués en béton armé, il est important de réaliser des points d'interconnexion entre les éléments de renforcement. Il est aussi essentiel que le béton armé intègre une liaison conductrice entre ces points. Il est recommandé de réaliser ces interconnexions "in situ" lors de l'assemblage (voir Annexe E).

NOTE 3 Dans le cas de béton précontraint, il convient de veiller au risque d'effets mécaniques inadmissibles dus, pour une part aux courants de décharge atmosphérique, et d'autre part au raccordement de l'installation de protection contre la foudre.

c) les armatures armées en acier interconnectées de la structure en béton;

NOTE 4 Les ceinturages ne sont pas nécessaires si l'ossature métallique ou si les interconnexions des armatures du béton sont utilisées comme conducteurs de descente.

d) les éléments de façade, profilés et supports des façades métalliques, à condition que:

- leurs dimensions soient conformes aux exigences relatives aux descentes (voir 5.6.2) et que leur épaisseur ne soit pas inférieure à 0,5 mm,
- leur continuité électrique dans le sens vertical soit conforme aux exigences de 5.5.2.

Comme expliqué ci-dessus, nous n'utiliserons pas la structure métallique du bâtiment comme conducteur naturel.

b) conducteurs normalisés dédiés,

Selon la norme, toute installation paratonnerre doit être équipée de 2 conducteurs de descente minimum dont de préférence un conducteur normalisé dédié. Nous partons sur cette solution.

<b>TEC FOUDRE</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 23/69

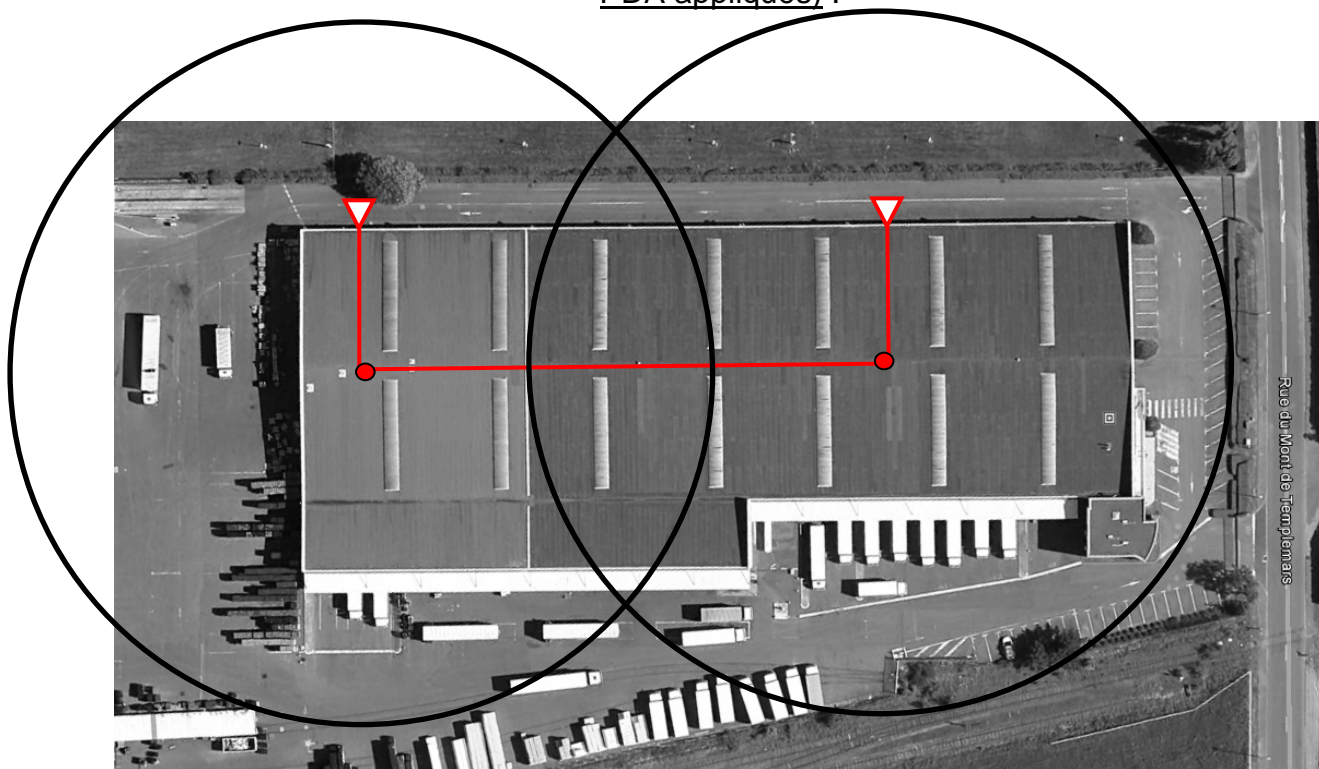
**Les prises de terre** peuvent être constituées par une combinaison quelconque des composants suivants :

- a) prise de terre de type A
- b) prise de terre de type B
- c) structures naturelles

La norme NF EN 62305-3 impose une section de 50 mm<sup>2</sup> pour le cuivre (ou équivalent pour d'autre matériaux) pour qu'un fond de fouille soit utilisable comme élément dissipateur de foudre. Pour les structures ou équipements équipés de la sorte nous privilégions l'utilisation de ce fond de fouille comme prise de terre paratonnerre de type B. Dans l'autre cas il sera nécessaire d'implanter au pied de chaque descente une prise de terre de type A.


En l'absence de données sur la section du fond de fouille du bâtiment, il sera nécessaire de créer des prises de terre paratonnerres spécifiques de type A pour les descentes paratonnerres.

Protections foudre à respecter (conclusion de l'ARF et coefficient de réduction de 40% des PDA appliqués) :



Conducteur de descente —

Echelle : 64 m

Prise de terre 

- ○ Installation de deux Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA).  
Ces paratonnerres seront caractérisés par une avance à l'amorçage de 60 µs pour un rayon de 64 m. Ces PDA seront testables, ils pourront être testables à distance afin de réduire les frais de maintenance lors des vérifications périodiques réglementaires.

- Ces PDA devront être reliés à deux conducteurs de descente normalisés (\*) et mutualisés.
- Respect de la distance de séparation (Cf §6.3.3).
- Il convient d'éviter le croisement de câble électrique.
- En partie basse des descentes, mise en place de :
  - Un joint de contrôle à 2 mètres du sol pour la mesure de la prise de terre paratonnerre,
  - Un fourreau de protection mécanique 2 mètres,
  - Un regard de visite ou un étrier au niveau du sol pour l'accès au raccordement.
- Réalisation au pied des descentes, d'une terre paratonnerre de type A.
- Réalisation d'une liaison équipotentielle entre les prises de terre paratonnerres et la terre générale BT du site par un système permettant la déconnexion.
- Installation d'un compteur de coups de foudre sur la descente la plus directe.
- 1 afficheur d'avertissement de la présence d'une installation paratonnerre sera apposée en partie basse des descentes.

(\*) conforme à la NF C 17 102

*Document joint => Notice de vérification et de maintenance (Annexe 8)*

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 25/69

## 8.2.2. Protections : Les Installations Intérieures de Protection Foudre (IIPF)

### 8.2.3.1 Rappel Général

#### DIMENSIONNEMENT DES PARAFOUDRES DE TYPE 1

Selon la NF EN 62305-1 de juin 2006, les caractéristiques des parafoudres sont issues du niveau de protection préalablement calculé selon la norme NF EN 62305-2 de 2006.

#### 1. ECOULEMENT DU COURANT DE FOUDRE

L'annexe E de la NF EN 62305-1 précise que lorsque le courant de foudre  $I$  s'écoule à la terre, il se divise entre :

- ❖ les différentes prises de terre (50% de  $I$ ),
- ❖ et les éléments conducteurs et les lignes extérieures à hauteur d'une valeur  $I_f$  (50% de  $I$ )

Référence page 62 et 63 de la NF EN 62305-1, annexe E :

##### **E.1 Chocs dus à des impacts sur la structure (source de dommage S1)**

##### **E.1.1 Ecoulement dans les éléments conducteurs extérieurs et les lignes connectées à la structure**

Lorsque le courant de foudre s'écoule à la terre, il se divise entre les diverses prises de terre, les éléments conducteurs et les réseaux pénétrant dans la structure directement ou par des parafoudres.

$$\text{Si} \quad I_f = k_e I \quad (\text{E.1})$$

En supposant en première approximation que la moitié du courant de foudre s'écoule à la terre et que  $Z_2 = Z_1$ , la valeur de  $k_e$  peut être évaluée pour un élément conducteur extérieur par :

$$k_e = 0,5 / (n_1 + n_2) \quad (\text{E.4})$$

#### 2. DIMENSIONNEMENT DES PARAFOUDRES

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

Ce courant ne dépassera pas la moitié du courant crête du coup de foudre, défini selon les niveaux de protection dans le tableau 5 page 23 de la NF EN 62-305-1

<b>TEC FOUDRE</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 26/69

**Tableau 5 – Valeurs maximales des paramètres de foudre correspondant aux niveaux de protection contre la foudre**

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

Soit 50% de I

100

75

50

### 3. GUIDE DE CHOIX

Le courant impulsionnel  $I_{imp}$  des modules parafoudres doit être supérieur ou égal à la valeur donnée par les formules ci-dessous en fonction du niveau de protection défini pour le bâtiment:

$$Np=I : I_{imp} \geq 100/(n1+n2)$$

$$Np=II : I_{imp} \geq 75/(n1+n2)$$

$$Np=III \text{ et } IV : I_{imp} \geq 50/(n1+n2)$$

$n1$ = nombre total des éléments conducteurs extérieurs ou lignes extérieures enterrées

$n2$ = nombre total des éléments conducteurs extérieurs ou lignes extérieures aériennes

#### Rappel 1 :

$n1$  et  $n2$  doivent tenir compte :

- du nombre de lignes de l'alimentation électrique extérieure du bâtiment (donc selon régime du neutre, de leur nombre de fils respectifs)
- des éventuelles autres lignes extérieures (telles que les alimentations d'éclairages extérieurs)
- des éventuels autres éléments extérieurs conducteurs (tels que canalisations métalliques, eau, gaz...)

Concernant le a), les valeurs de  $n1$  et  $n2$ , en fonction du régime de neutre de la ligne d'alimentation électrique, sont les suivantes :

		Niveau de Protection			
		I	II	III	IV
	Nombre de fils par ligne	$I_{imp}$ mini du parafoudre (en kA), sans prise en compte d'autres lignes ou éléments conducteurs			
IT avec neutre (Tri + neutre)	4	25	18.8	12.5	
IT sans neutre (Tri)	3	33.3	25	16.7	
TNC	3	33.3	25	16.7	
TNS (Tri + neutre)	4	25	18.8	12.5	
TNS (Mono)	2	50	37.5	25	
TT (Tri + neutre)	4	25	18.8	12.5	
TT (Mono)	2	50	37.5	25	

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	25.03.2016	
		Révision 1	Page 27/69



### **ATTENTION :**

Une longueur de câble minimum entre les deux étages de protection (parafoudres de type I et de type II) doit être respectée de manière à assurer le découplage nécessaire au bon fonctionnement de la protection cascade.

Dans le cas contraire, une inductance de découplage doit être adaptée au courant nominal au point considéré, pour assurer une bonne coordination de l'ensemble.

**Rappel 2 :** Ces parafoudres sont installés selon les recommandations du guide UTE 15-443.

### **A noter :**

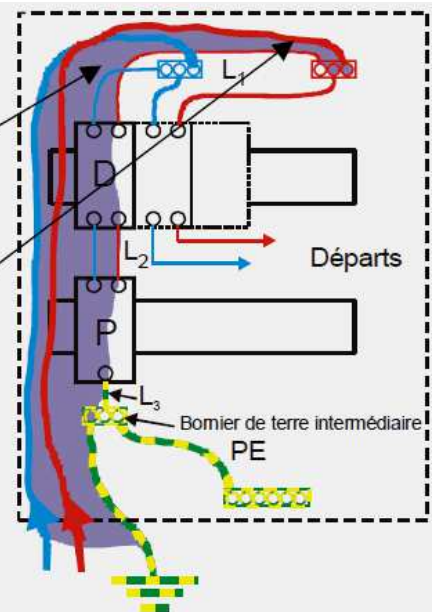
Selon le guide UTE C 15-443 page 30 § 8.2 les règles à respecter sont les suivantes :

**Règle 1 :** Respecter la longueur  $L$  ( $L_1+L_2+L_3$ ) < 0,50 m (7.4.2 et annexe H) en utilisant des borniers de raccordement intermédiaires si nécessaire.

**Règle 2 :** Réduire la surface de boucle générée par le montage des câbles phases, neutre et PE en les regroupant ensemble d'un même côté du tableau.

**Règle 3 :** Séparer les câbles d'arrivée (en provenance du réseau) et les câbles de départ (vers l'installation) pour éviter de mélanger les câbles perturbés et les câbles protégés. Ces câbles ne doivent pas non-plus traverser la boucle (règle 2).

**Règle 4 :** Plaquer les câbles contre la structure métallique du tableau lorsqu'elle existe afin de minimiser la boucle de masse et de bénéficier de l'effet réducteur des perturbations.



**Figure 10 – Exemple de câblage dans un tableau électrique**

**Rappel 3 :** Les parafoudres sont équipés d'un contact. Cette fonction pourra autoriser le contrôle à distance de l'état du parafoudre via différents moyens tels que :

- Voyant,
- Buzzer,
- Reliés à une carte entrée sortie d'un automate (GTC...),
- Télésurveillance...

Les parafoudres devront être conformes à la NF EN 61643-11 et à la NF EN 61643-21.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 28/69



### 8.2.3.2 Liste des Parafoudres de type 1

Selon l'analyse de risque foudre, le site a un besoin de protection contre les effets indirects de la foudre de niveau  $N_p = IV$ .

Nous préconisons donc la protection du TGBT du site par parafoudres de type 1.

- TGBT



L'exploitant n' a pas su nous indiqué le régime de neutre du site.

Les parafoudres de type 1devront répondre aux caractéristiques suivantes (\*) :

- Une tension maximum de fonctionnement de  **$U_c = 400 \text{ V}$** ,
- Un courant maximal de décharge ( **$I_{imp} \geq 12,5 \text{ kA}$**  (en onde 10/350  $\mu\text{s}$ ),

*Nous prenons en compte les lignes entrantes et sortantes décrites dans l'ARF (3 lignes dont 1 électrique, 1 téléphonique, 1 canalisation métallique d'eau d'extinction incendie) et le niveau de protection le plus sévère du site à savoir le IV.*

*Soit  $n$ , le nombre de réseau à minima (1 ligne électrique, 1 ligne téléphonique, 1 canalisation)*

*Soit  $m$ , le nombre de conducteurs d'une ligne électrique (4 pôles)*

*$I_{imp}$  = courant de crête selon  $N_p / (n \times m) = 50 / 12 = 4,16 \text{ kA}$ . La norme impose une valeur minimale  $I_{imp} \geq 12,5 \text{ kA}$ .*

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 29/69

- Un niveau de protection (tension résiduelle sous  $I_{imp}$ )  **$U_p \leq 2,5 \text{ kV}$** .
- Ils seront obligatoirement accompagnés **d'un dispositif de déconnexion**.

(\*) Caractéristiques issues de la norme NF EN 61 643-11

La longueur de câblage de ces parafoudres ne doit pas excéder les 50 cm requis (à vérifier lors des vérifications périodiques).

Remarque :

Les parafoudres devront être conformes à la NF EN 61643-11 et à la NF EN 61643-21.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 30/69

### Pour information :

Vous trouverez ci-après le document « processus de choix et installation des déconnecteurs des parafoudres de type 1 » établi selon la note Inéris du 17/12/14.

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).

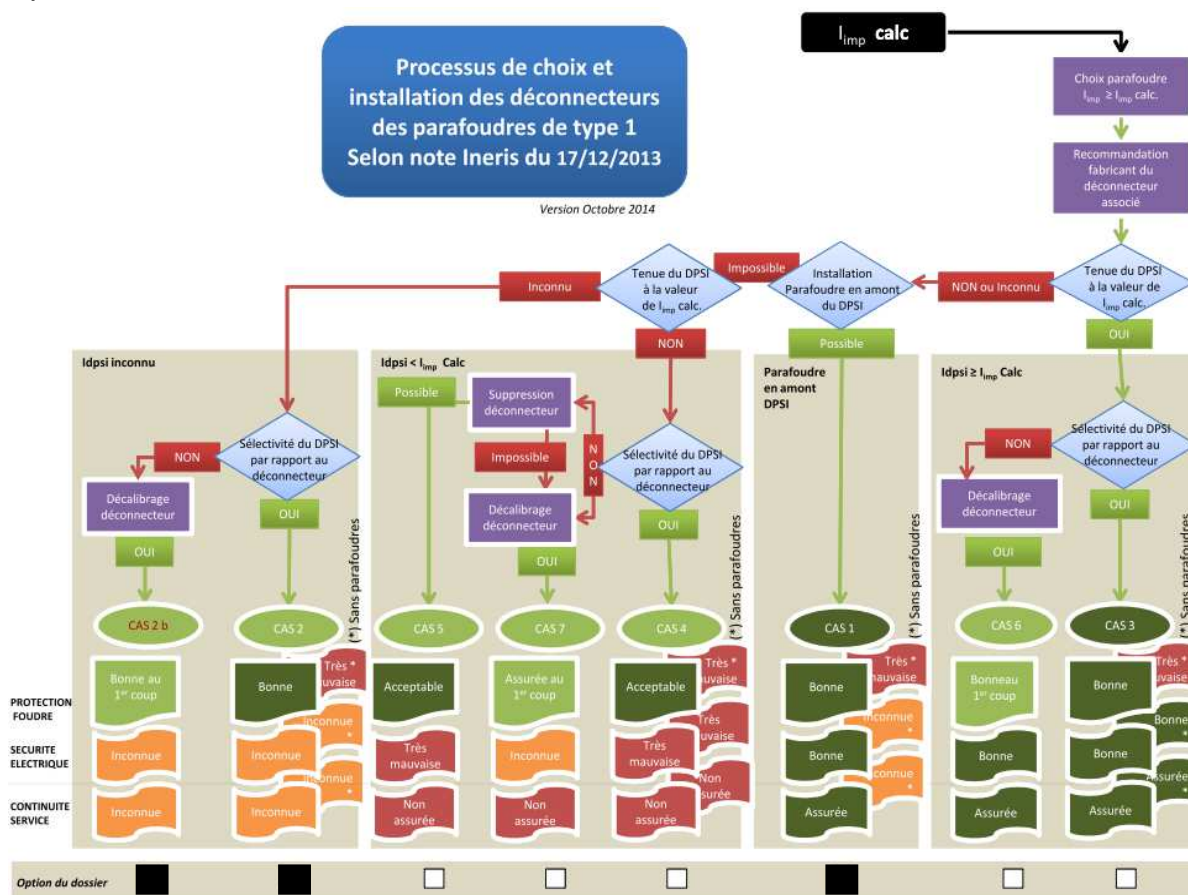
Dans ce cas la protection foudre, la sécurité électrique, et la continuité de service sont assurées.

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.



Document joint => Notice de vérification et de maintenance (Annexe 8)

TEC Foudre 59 Villeneuve d'Ascq Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  DIFRAMA Noyelles Les Seclin (59)	25.03.2016	
		Révision 1	Page 31/69

### 8.3. Protection des courants faibles

Les liaisons de courants faibles provenant de l'extérieur du bâtiment nécessitent également d'une protection contre les effets indirects de la foudre, notamment pour les réseaux internes connectés aux équipements importants pour la sécurité de l'unité.

Pour les liaisons en cuivre, des parafoudres doivent être prévus à la pénétration de chaque liaison dans le bâtiment. Ces parafoudres devront avoir passé des essais de catégorie D selon la norme CEI 61643-21.

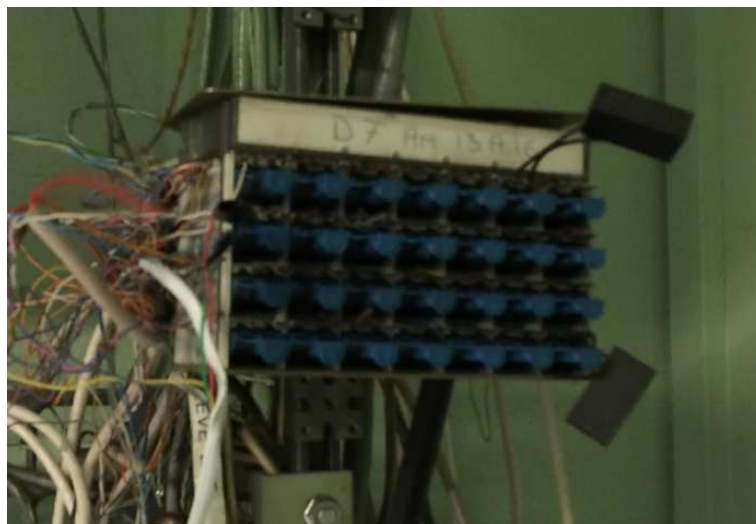
Ces parafoudres de type II auront les caractéristiques suivantes :

- Une tension maximum de fonctionnement **Uc= 230/440 V**,
- Un courant nominal de décharge (en onde 8/20) **In ≥ 5 kA**,
- Un niveau de protection (tension résiduelle sous In) **Up ≤ 1,5 kV**,
- Ils seront obligatoirement accompagnés **d'un dispositif de déconnexion**.

(\*) Caractéristiques issues de la norme NF EN 61 643-11

Une liste non exhaustive des points à équiper est donnée ci-après :

- Equipements importants pour la sécurité :
  - **Centrale de détection incendie,**
  - **Installation d'extinction automatique à mousse à haut foisonnement.**
- Liaisons provenant d'équipements en toiture susceptibles d'être impactés par la foudre,
- Liaisons provenant de l'extérieur du bâtiment telles que la **téléphonie (déjà protégée par parafoudres de type 2 (sucette bleue)).**



Ces parafoudres seront installés de préférence dès la pénétration des réseaux dans l'unité. Cependant si une telle installation n'est pas réalisable, il est possible de déporter les parafoudres avec un mode de pose adapté à la liaison.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 32/69

Dans le cas où l'un des équipements listés ci-dessus est à proximité de l'emplacement d'un parafoudre de type 1 (distance inférieure à 10 m de câble), ce dernier pourra être remplacé par un parafoudre de type 1+2 répondant à la fois aux caractéristiques des parafoudres de type 1 et des parafoudres de type 2.

Dans le cas de liaisons en fibre optique, aucun parafoudre n'est à prévoir. Toutefois, l'armature métallique de chaque fibre sera arrêtée à plus d'un mètre avant son point de raccordement afin d'éviter qu'elle ne propage un potentiel dangereux.

Pour les réseaux internes connectés aux Equipements Importants Pour la Sécurité (boucle détection incendie, reports d'alarme, centrale de détection gaz,...), un mode de pose approprié sera considéré comme suffisant (chemin de câbles capotés et / ou de câbles blindés).

En ce qui concerne les réseaux pour lesquels le respect de ces modes de pose est difficilement réalisable, des parafoudres devront être mis en œuvre au niveau des centrales, au départ des bus ou des reports. Ces parafoudres devront répondre aux caractéristiques des essais de catégorie C définis dans la norme CEI 61643-21.

#### 8.4. Les Equipements à sécuriser hors cadre de la réglementation

Il est souhaitable de protéger les équipements industriels stratégiques (continuité de service) et possédant une électronique « sensible » (exemple : Automates, serveurs informatiques...) aux effets de courant impulsionnels avec des dispositifs de protection de niveau II.

#### 8.5. Equipotentialité

Afin de maîtriser les différences de potentiel, il faut optimiser l'équipotentialité et le maillage des masses.

Différents moyens peuvent réduire l'amplitude des effets des champs magnétiques rayonnés (surtensions induites) :

- l'écran spatial : cage de Faraday, tôles métalliques(bardages)
- l'écran métallique en grille ou continu : blindage et écrans de câbles, chemins de câbles métallique.
- l'utilisation de « composants naturels » de la structure elle-même (cf. NF EN 62305-3).

Un cheminement des lignes internes conforme aux normes CEM quant à lui minimise les boucles d'induction et réduit les surtensions internes. (règles de séparations des circuits HT, BT, TBT)

Afin de se prémunir contre l'apparition d'étincelles dangereuses qui pourrait être à l'origine d'un départ de feu, suite à un impact de foudre, l'exploitant devra s'assurer que l'ensemble des canalisations métalliques entrantes dans l'unité sont au même potentiel que le réseau de terre électrique.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 33/69



Les liaisons équipotentielle des canalisations métalliques et des structures / équipements métalliques seront à réaliser avec le réseau de terre du site.

La zone cuves est actuellement bien reliée au réseau de terre du site :




*Document joint => Equipotentialité (Annexe 6)*

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 34/69

## 8.6. Qualification des entreprises travaux

La qualité de l'installation des systèmes de protection contre la foudre est un élément primordial pour s'assurer de leur efficacité.

La mise en œuvre des préconisations effectuées précédemment devra ainsi être réalisée par une société qualifiée pour cela.

Aussi, les travaux devront être effectués par un professionnel agréé  Niveau C

L'entreprise devra fournir son attestation **QUALIFOUDRE** de Niveau C à la remise de son offre.

## 8.7. Observations

Nous nous sommes attachés dans ce rapport à mettre en évidence les meilleurs critères de protection.

Nous avons appliqué les méthodes de protection telles que le prévoit l'arrêté du 19.07.11 qui a été élaboré à partir des recherches les plus récentes en matière de foudre.

Toutefois, il ne faut pas oublier que la foudre est un phénomène naturel non totalement maîtrisé par l'homme et qu'aucun dispositif ne saurait garantir une protection sans faille.

Les solutions telles que nous vous les avons proposées ci-dessus ont pour vocation d'augmenter l'immunité du site face aux problèmes de foudre, sans toutefois pouvoir se prévaloir d'une efficacité à 100 %.

Néanmoins, outre le besoin de mise en conformité avec les normes et les décrets actuels, on peut attendre des performances très satisfaisantes d'une installation réalisée selon les indications de ce rapport.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 35/69

## 9- VERIFICATION DES PROTECTIONS CONTRE LA Foudre

### 9.1. Vérification initiale

Tout d'abord, l'article 21 de l'arrêté foudre du 19 juillet 2011 exige que :

*« L'installation des protections fait l'objet d'une vérification complète par un organisme compétent distinct de l'installateur, au plus tard six mois après leur installation. »*

### 9.2. Vérifications périodiques

La circulaire du 24 avril 2008 stipule que l'installation de protection foudre doit être contrôlée par un organisme compétent :

- Visuellement tous les ans (hors mesures électriques),
- Complètement tous les 2 ans (avec mesures électriques).

D'autre part, quel que soit le système de protection contre les coups de foudre direct installé, une vérification visuelle doit être réalisée en cas d'enregistrement d'un coup de foudre.

L'article 21 de l'arrêté précise qu' :

*« En cas de coup de foudre enregistré, une vérification visuelle des dispositifs de protection concernés est réalisée dans un délai maximum d'un mois, par un organisme compétent. »*

### Norme NFC 17102

La vérification initiale est effectuée après la fin des travaux d'installation du SPF à dispositif d'amorçage.

Son objectif est de s'assurer que la totalité de l'installation du SPF à dispositif d'amorçage est conforme au présent document, ainsi qu'au dossier d'exécution.

Cette vérification porte au moins sur les points suivants :

- le PDA se trouve à au moins 2 m au-dessus de tout objet situé dans la zone protégée ;
- le PDA a les caractéristiques indiquées dans le dossier d'exécution ;
- le nombre de conducteurs de descente ;
- la conformité des composants du SPF à dispositif d'amorçage au présent document, aux normes de la série NF EN 50164, NF EN 61643, par marquage par déclaration ou par documentation ;
- le cheminement, emplacement et continuité électrique des conducteurs de descente ;
- la fixation des différents composants ;
- les distances de séparation et/ou liaisons équipotentielle ;
- la résistance des prises de terre ;
- l'équipotentialité de la prise de terre du SPF avec celle du bâtiment.

Dans tous les cas, lorsqu'un conducteur est partiellement ou totalement intégré, il convient que sa continuité électrique soit vérifiée.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 36/69



### 8.5 Vérification visuelle

Il convient de procéder à une inspection visuelle afin de s'assurer que :

- aucun dommage relatif à la foudre n'est relevé ;
- l'intégrité du PDA n'est pas modifiée ;
- aucune extension ou modification de la structure protégée ne requiert l'application de mesures complémentaires de protection contre la foudre ;
- la continuité électrique des conducteurs visibles est correcte ;
- toutes les fixations des composants et toutes les protections mécaniques sont en bon état ;
- aucune pièce n'a été détériorée par la corrosion ;
- la distance de séparation est respectée, le nombre de liaisons équipotentielles est suffisant et leur état est correct ;
- l'indicateur de fin de vie des dispositifs des parafoudres est correct ;
- les résultats des opérations de maintenance sont contrôlés et consignés (voir 8.7).

### 8.6 Vérification complète

Une vérification complète comprend les inspections visuelles et les mesures suivantes pour vérifier :

- la continuité électrique des conducteurs intégrés ;
- les valeurs de résistance de la prise de terre (il convient d'analyser toutes les variations supérieures à 50 % par rapport à la valeur initiale) ;
- le bon fonctionnement du PDA selon la méthodologie fournie par le fabricant.

NOTE Une mesure de terre à haute fréquence est possible lors de la réalisation du système de prise de terre ou en phase de la maintenance afin de vérifier la cohérence entre le système de prise de terre réalisé et le besoin.

### 8.7 Maintenance

Il est recommandé de corriger tous les défauts constatés dans le SPF à dispositif d'amorçage lors d'une vérification dès que possible afin de maintenir une efficacité optimale.  
Les consignes de maintenance des composants et des dispositifs de protection sont à appliquer conformément aux instructions des manuels du fabricant.

*Document joint => Carnet de Bord Qualifoudre (Annexe 7)*

*Document joint => Notice de vérification et maintenance (Annexe 8)*

<b>TEC FOUDRE</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 37/69

## 10-LA PROTECTION DES PERSONNES

### 10.1. Prévention et enregistrement des impacts

#### 10.1.1. *La détection d'orage et l'enregistrement*

Le bâtiment n'est pas équipé de détecteurs d'orage ou de procédure particulière en période orageuse. La détection du risque orageux se fera par observation humaine. Selon le guide UTC C 18-150, il y a menace d'orage quand un éclair est visible ou si le tonnerre est audible.

De plus, les agressions sur le site doivent être enregistrées. Voici une liste des solutions envisageables :

- Le relevé régulier (par exemple tous les mois) des parafoudres.
- Le relevé régulier (par exemple tous les mois) des compteurs d'impact sur les descentes PDA.

#### 10.1.2. *Les mesures de sécurité*

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

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

Par exemple :

- un homme sur une toiture représente un pôle d'attraction,
- lorsque le terrain est dégagé à environ 15 mètres du bâtiment ou d'un pylône d'éclairage par exemple, il y a risque de foudroiement direct ou risque de choc électrique par tension de pas.
- toute intervention sur un réseau électrique (même un réseau de capteurs) présente des risques importants de choc électrique par surtensions induites.
- toutes activités dangereuses (dépotage, remplissage, travaux extérieurs ...) doivent être interrompues.

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

Actuellement aucune procédure spécifique d'alerte orageuse n'est en place sur le site. Il sera nécessaire d'en intégrer une aux procédures d'exploitation du site.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 38/69

Elle stipulera qu'en période orageuse :

- Tous travaux en toiture des bâtiments est interdit,
- Ne pas se trouver à proximité des installations paratonnerres (PDA, descentes...),
- Pas d'intervention sur le réseau électrique,

## 10.2. Tension de contact et de pas

### 10.2.1. *Tension de contact*

Il s'agit du contact direct d'une personne avec un conducteur actif.

### 10.2.2. *Tension de pas*

La foudre est dangereuse non seulement parce qu'elle risque de tomber directement sur un individu ou une installation, mais aussi parce que, lorsqu'elle tombe au voisinage d'une personne celle-ci peut être électrisée par la tension de pas que la foudre engendre. La tension de pas existe aussi lorsqu'un conducteur sous tension est tombé à terre. Elle est liée au fait qu'une source de courant créée en un point d'impact est responsable d'un champ électrique au sol, donc d'une tension, qui varie en fonction de la distance à la source : entre deux points différents en contact avec le sol, séparés d'une distance appelée pas, existe donc une différence de potentiel, ou tension de pas, d'autant plus élevée que le pas est important. Lors d'un foudroiement la tension de pas peut atteindre plusieurs milliers de volts et donc être dangereuse pour le corps humain par suite du courant électrique dont il devient le siège.

**Un panneau « Danger ! Ne pas toucher la descente lors d'orages » et/ou un panneau « homme foudroyé par un arc » (cf. modèle ci-dessous) peuvent être utilisés comme moyens d'avertissement.**



Nous imposons la mise en place de ces dispositions pour la descente car la probabilité que des personnes se trouvent à proximité de celle-ci en période orageuse n'est pas nulle (proximité d'accès...).

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 39/69

## 11-ANNEXES

Annexe 1 => Vue aérienne

Annexe 2 => Visualisation des risques R1 avec et sans protection

Annexe 3 => Compte rendu Analyse de Risque (JUPITER)

Annexe 4 => Prises de terre paratonnerre

Annexe 5 => Distance de séparation

Annexe 6 => Equipotentialité

Annexe 7 => Carnet de Bord Qualifoudre

Annexe 8 => Notice de vérification et maintenance

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 40/69

## 11.1. Annexe 1 : Vue aérienne

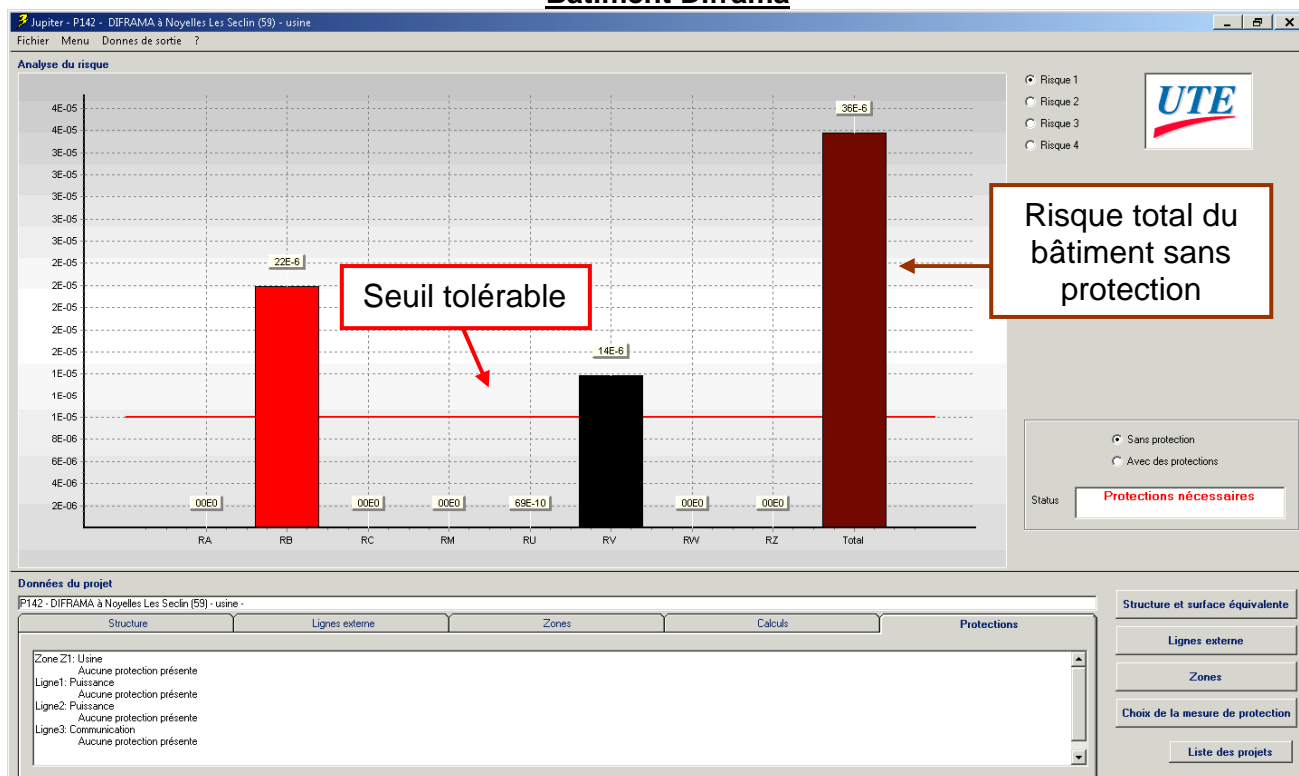


<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 03 62 59 36 30	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>DIFRAMA</b> <b>Noyelles Les Seclin (59)</b>	<b>25.03.2016</b>	
		Révision 1	Page 41/69

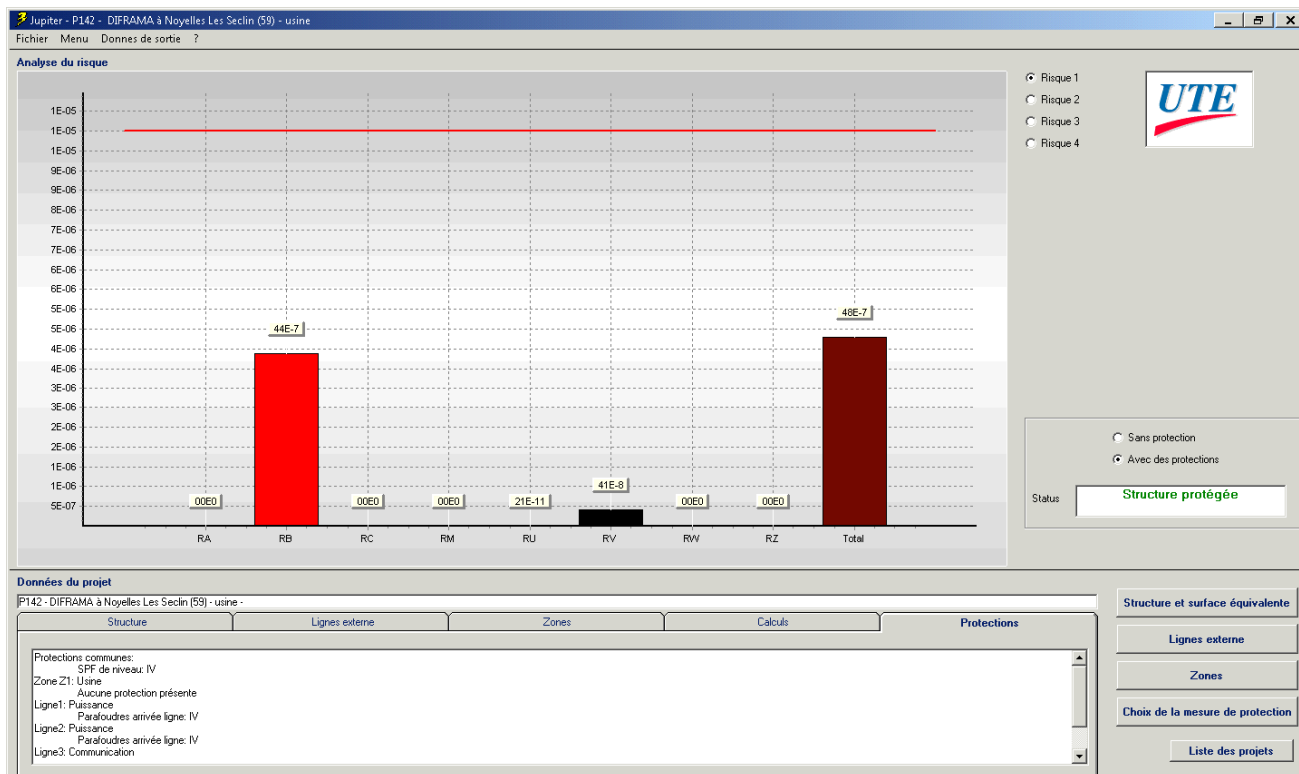


## 11.2. Annexe 2 : Visualisation des risques R1 sans et avec protection

### Bâtiment Diframa



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Avec protection de niveau IV

**TEC Foudre**  
59 Villeneuve d'Ascq  
Protection contre la foudre  
Tel : 03 62 59 36 30

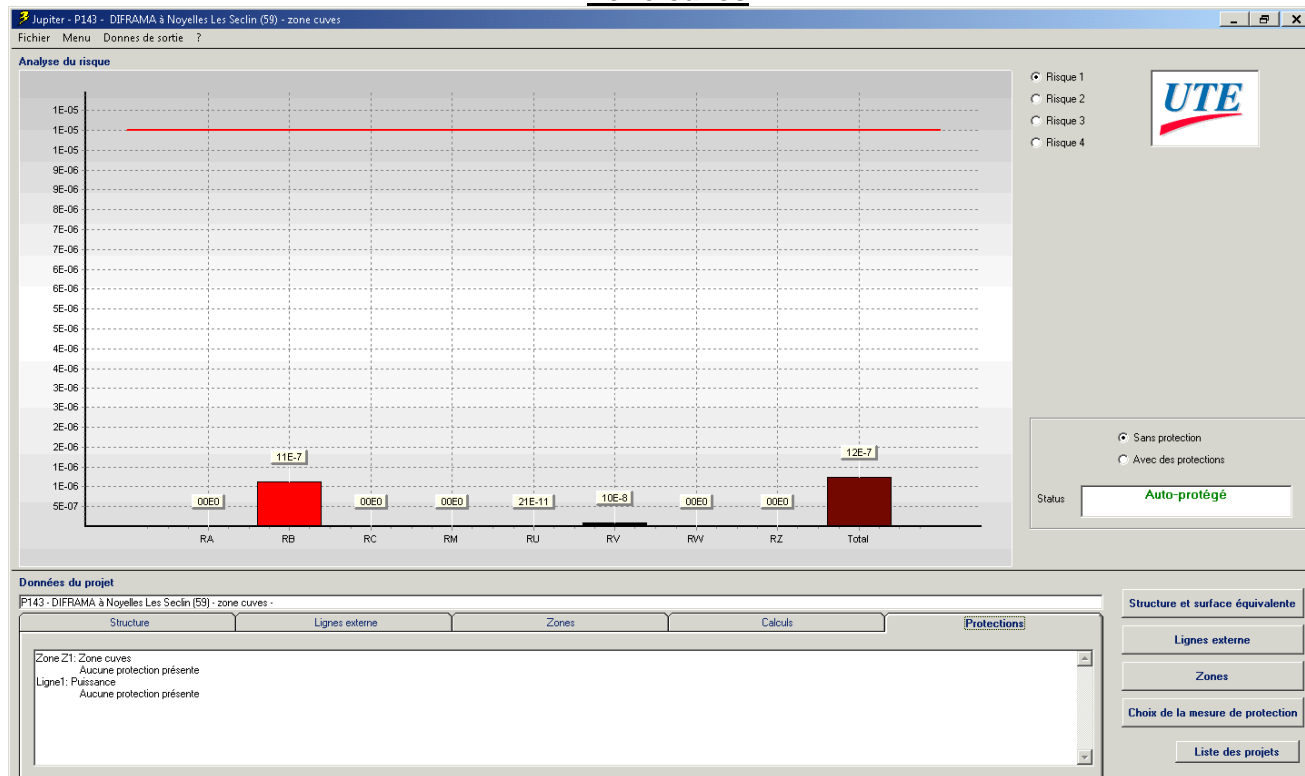
Analyse Risque Foudre  
Etude Technique  
**DIFRAMA**  
**Noyelles Les Seclin (59)**

**25.03.2016**

Révision 1

Page 42/69

## Zone cuves



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection

**TEC Foudre**  
**59 Villeneuve d'Ascq**  
 Protection contre la foudre  
 Tel : 03 62 59 36 30

Analyse Risque Foudre  
 Etude Technique

**DIFRAMA**  
**Noyelles Les Seclin (59)**

**25.03.2016**

Révision 1

Page 43/69