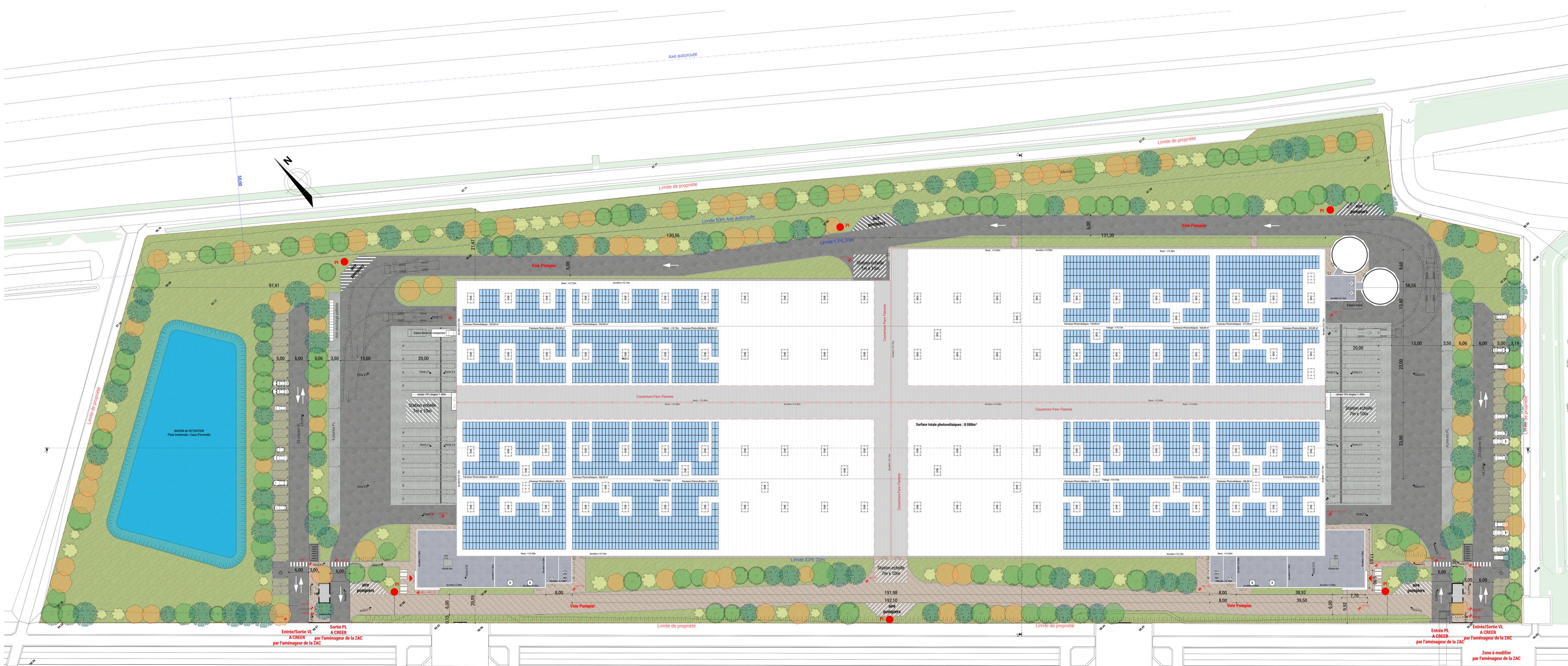


PJ n°2bis - Annexe 01

Plan de masse



- Mb** Murier blanc
- Ar** Aulne Rouge
- Ep** Érable Plane
- Fr** Frêne
- Hc** Hêtre Commun

NGF Terrain sol fini
NGF Terrain naturel

VILLE D'APPOigny
Création d'un bâtiment logistique -
CORE AULN 3
Parcelle cadastrée : 9930 APPOigny
TiammellCrow Company

MAITRISE D'OEUVRE
ITCPIX
1, rue Daguin - 47000 Saint-Florent
Tél : 05 63 71 02 00 - Fax : 05 63 71 02 11
www.itcpx.com

PHASE DU DOSSIER

ED.	ED.	AP.	AP.	AP.	PRO.	MAJ.	DOE.
-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------

PJ n°2bis - Annexe 02

Note hydraulique

MAITRISE D'ŒUVRE

SIEGE SOCIAL :

7, Avenue de la Coise
42330 SAINT GALMIER
04 77 54 00 50
contact@geolis.fr
www.geolis.fr

AGENCE :

44, Place du Marché
69590 SAINT SYMPHORIEN SUR COISE
04 78 44 35 13

L'EXPERTISE SUR MESURE

Géomètre Expert
Bureau d'ingénierie en VRD
Hydraulique et Assainissement

DEPARTEMENT DE L'YONNE

COMMUNE DE APPOIGNY

Projet d'aménagement « TRAMMELL CROW »

Notice hydraulique de gestion des eaux pluviales

MAITRISE D'OUVRAGE

XXL ATELIER

M. Fabien JALLON
1 Boulevard Dalgabio
42000 SAINT ETIENNE



Date	Indice	Commentaires	Rédacteur
26 janvier 2023	A	Document origine	DC
31 janvier 2023	B	Modification du projet	DC

TABLE DES MATIERES

I. PRESENTATION DE L'OPERATION	3
<i>I.1 Maitre d'ouvrage</i>	<i>3</i>
<i>I.2 Localisation du projet.....</i>	<i>3</i>
II. SYNTHESE DES MESURES COMPENSATOIRES	5
III. DESCRIPTIF DE L'OPERATION	6
<i>III.1 Urbanisme.....</i>	<i>6</i>
<i>III.2 Organisation hydraulique du site.....</i>	<i>6</i>
III.2.1 Bassin hydrographique concerné par l'opération.....	6
III.2.2 Organisation du réseau de collecte des eaux pluviales du site.....	7
<i>III.3 Description du projet.....</i>	<i>7</i>
III.3.1 Consistance de l'opération	7
III.3.2 Bassin versant intercepté par le projet.....	7
IV. ETUDE HYDRAULIQUE	8
<i>IV.1 Données GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES.....</i>	<i>8</i>
<i>IV.2 Données météorologiques.....</i>	<i>8</i>
<i>IV.3 Détail de l'opération.....</i>	<i>9</i>
<i>IV.4 Etude des débits.....</i>	<i>10</i>
IV.4.1 Caractéristiques du bassin versant pris en compte	10
IV.4.2 Calcul des débits d'orage.....	11
V. MESURES CORRECTIVES ET COMPENSATOIRES ENVISAGEES.....	13
<i>V.1 Données techniques et réglementaires.....</i>	<i>13</i>
V.1.1 Méthode de calcul appliquée	13
V.1.2 Période de retour	13
V.1.3 Débit de fuite.....	13
V.1.4 Coefficients de Montana	14
<i>V.2 Note de dimensionnement.....</i>	<i>14</i>
V.2.1 Ouvrage de gestion des eaux pluviales du bassin versant projet	14
V.2.2 Ouvrage de gestion des eaux d'incendie	17
V.2.3 Séparateur d'hydrocarbures.....	18
VI. CONCLUSION.....	21
VI.1.1 Incidences pour des pluies d'occurrence trentennale	21
VI.1.2 Incidences pour des pluies d'occurrence supérieure à 100 ans	21
<i>VI.2 Compatibilité du projet avec les documents de gestion.....</i>	<i>21</i>
VI.2.1 Le Cahier des Charges de Cession de Terrains (CCCT) de « AuxR_Parc » [Communauté d'agglomération de l'Auxerrois]	21
VI.2.2 Article 640 du code civil.....	22
VI.2.3 La Norme NF EN 752-2 prescrivant les objectifs de protection contre le risque inondation.....	22
VI.2.4 sdage Seine-Normandie 2022-2027	23
VII. ENTRETIEN ET SURVEILLANCE	27

PRÉAMBULE

Cette notice hydraulique est établie dans le cadre du projet d'aménagement de la ZAC « AuxR_Parc » située au niveau de l'Avenue Jules Vernes à APPOIGNY (89380).

Ce projet ne sera pas soumis à déclaration au titre de la législation des installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou déclaration en application des articles L 214-1 à L 214-6 du Code de L'Environnement (Loi sur l'eau).

Ce dossier aura toutefois pour prétention d'estimer l'impact du projet sur l'environnement, essentiellement sur les eaux pluviales ainsi que de définir les mesures compensatoires à mettre en œuvre pour limiter cet impact.

I. PRESENTATION DE L'OPERATION

I.1 MAITRE D'OUVRAGE

XXL ATELIER
M. Fabien JALLON
1 Boulevard Dalgabio
42000 SAINT ETIENNE

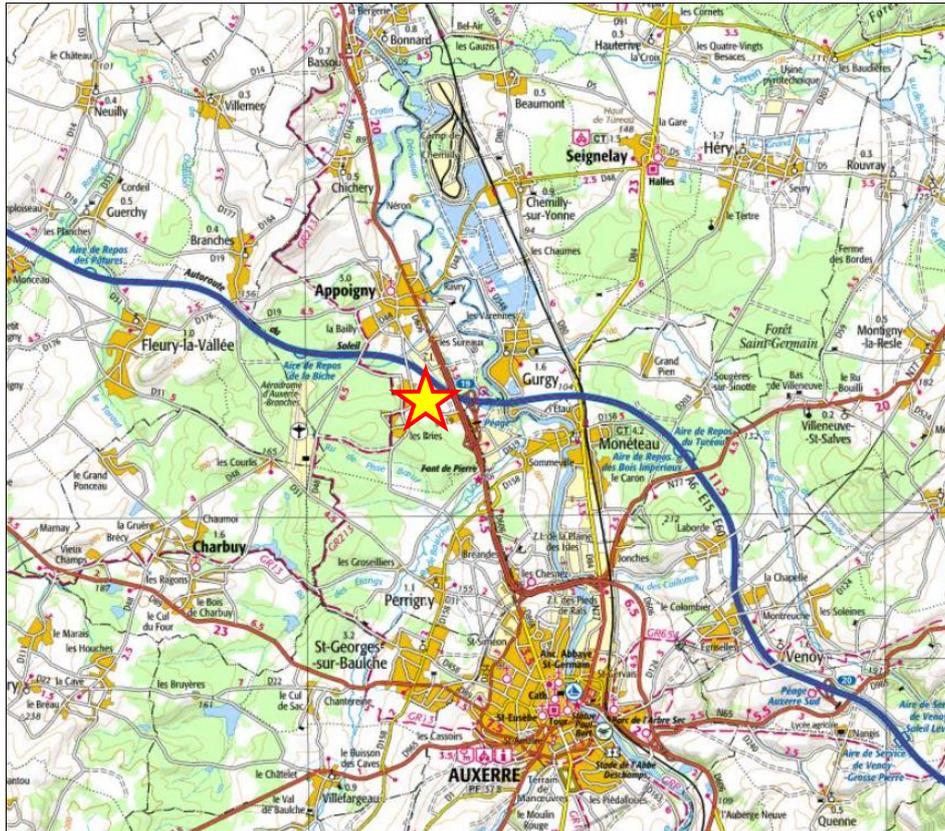


I.2 LOCALISATION DU PROJET

Le présent projet se situe sur la commune d'APPOIGNY, sur l'Avenue Jules Verne.

Les parcelles concernées par cette étude ont pour référence cadastrale section BE n° 625, 639, 641, 611, 617, 632 et 638.

Les figures ci-après indiquent l'emplacement de la zone d'étude.



Extrait de la carte IGN



II. SYNTHÈSE DES MESURES COMPENSATOIRES

Les mesures compensatoires qui seront mises en œuvre dans le cadre de ce projet d'aménagement sont détaillées dans les paragraphes suivants.

- Un ouvrage de rétention commun sera mis en place et récoltera la totalité des eaux qui ruissellent dans le projet.
- Cet ouvrage de rétention servira aussi de bassin d'extinction d'incendie.
- L'ouvrage sera dimensionné pour une occurrence de pluie **30 ans** et un débit de fuite de **2 l/s/ha, soit 11,3 l/s pour le projet** (contraintes réglementaires du Cahier des Charges de Cession de Terrains (CCTC) du Parc d'activités économiques « AuxR_Parc »).
- Le bassin de rétention des eaux de pluie couplé au bassin d'extinction d'incendie présentera un **volume utile de 1 998 m³**.
- Un séparateur d'hydrocarbures avec un by-pass, de **taille nominale de 66,96 l/s (TN 70)** et un **rejet limité en hydrocarbures à 5 mg/l** sera installé.
- Les eaux pluviales en sortie de l'ouvrage de rétention seront rejetées dans le réseau de raccordement existant prévu pour chaque lot à débit régulé.

Bassin de rétention (couplé au bassin d'extinction d'incendie)

Occurrence de calcul = 30 ans.

Débit de fuite = 11,3 l/s.

Volume = 1 998 m³

Exutoire = Réseau EP existant.

Séparateur d'hydrocarbures

Taille nominale = TN 70.

Volume utile = ~ 13 000 L.

Rejet hydrocarbures = limité à 5 mg/l.

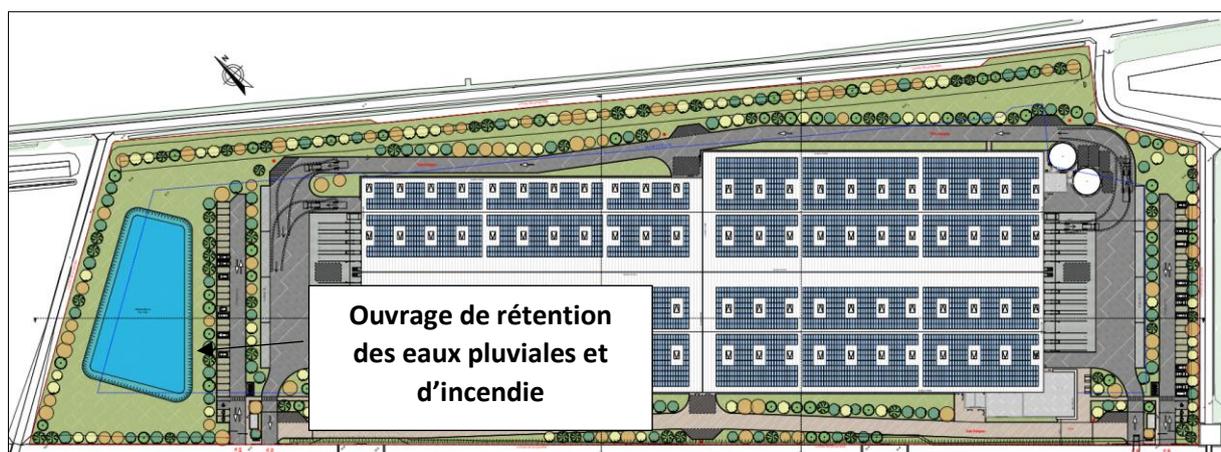


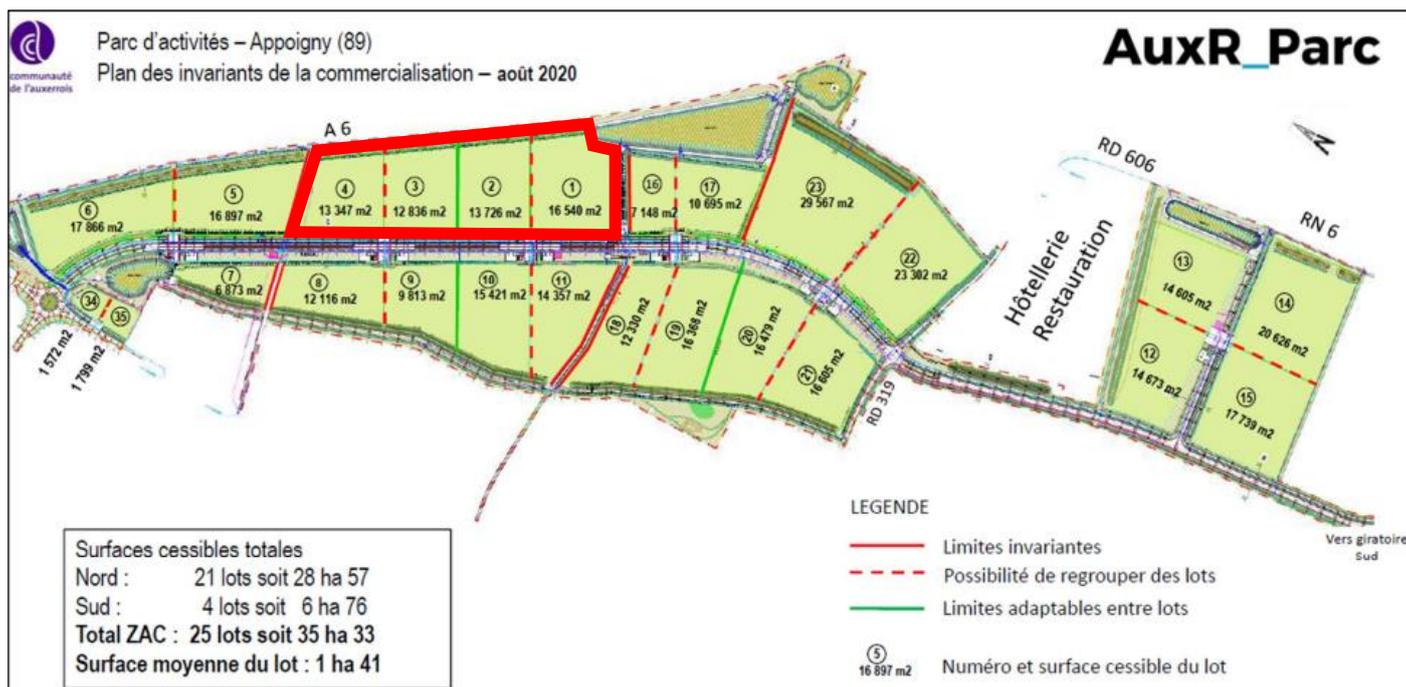
Schéma de principe de gestion des eaux pluviales

III. DESCRIPTIF DE L'OPERATION

III.1 URBANISME

Le parc d'activités « AuxR_Parc » est dotée d'un Cahier des Charges de Cession de Terrains (CCCT) datant du 22/10/2020.

Le projet d'aménagement se situe sur les lots 1, 2, 3 et 4 selon le plan du parc d'activités.



Plan des lots du Parc d'activités « AuxR_Parc »

III.2 ORGANISATION HYDRAULIQUE DU SITE

III.2.1 BASSIN HYDROGRAPHIQUE CONCERNE PAR L'OPERATION

Le présent projet se situe sur le bassin versant d'YONNE et de ses affluents.

D'un point de vue inondabilité, la commune d'APPOIGNY présente un Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) de l'YONNE, dont la dernière modification approuvée date du 13/01/2020.

Toutefois, la zone d'étude n'est pas concernée par l'aléa inondation.

III.2.2 ORGANISATION DU RESEAU DE COLLECTE DES EAUX PLUVIALES DU SITE

À l'état actuel, la parcelle support du présent projet est occupée par un pré.

Les eaux pluviales de la parcelle ruissellent sur le terrain suivant la pente naturelle de celui-ci (allant du Sud-Ouest vers le Nord-Est).

Dans le cadre du projet, un réseau de collecte des eaux pluviales sera créé.

Les eaux pluviales seront rejetées (via une autorisation des services compétents) dans le réseau existant au Nord de la zone projet.

III.3 DESCRIPTION DU PROJET

III.3.1 CONSISTANCE DE L'OPERATION

Le projet consiste en la création d'une plateforme de stockage ainsi qu'une voirie de desserte, des places de stationnement et des espaces paysagers, représentant une superficie totale de 56 369 m².

La mise en place d'un réseau d'assainissement de type séparatif pour le raccordement des lots est prévue.

Un réseau de collecte des eaux pluviales sera mis en place et permettra de récupérer l'ensemble des eaux de ruissellement du projet.



Extrait du plan d'aménagement de principe de l'opération

III.3.2 BASSIN VERSANT INTERCEPTE PAR LE PROJET

Compte tenu des limites périmétriques de l'opération, le site est isolé en termes hydrauliques :

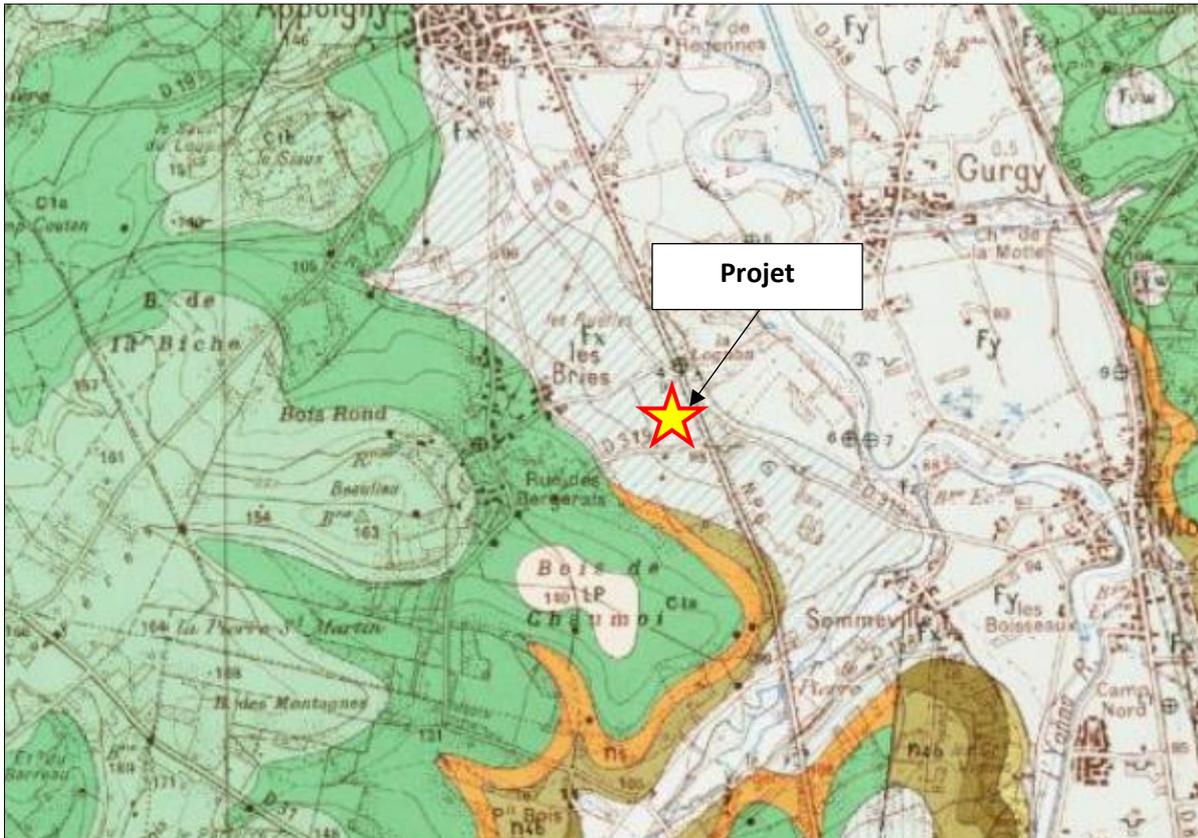
- À l'Est, Ouest et Sud par le réseau des eaux pluviales.
- Au Nord par la topographie naturelle du terrain.

Donc, le bassin versant pris en compte pour le projet représente une surface totale de 56 369 m².

IV. ETUDE HYDRAULIQUE

IV.1 DONNEES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES

D'après la carte géologique du secteur imprimée au 1/50 000 du site d'Infoterre, le projet d'aménagement se situe au droit de la feuille de AUXERRE et repose sur des alluvions anciennes de hautes terrasses



Carte géologique du secteur

IV.2 DONNEES METEOROLOGIQUES

La station pluviométrique la plus représentative de la zone d'étude en termes de climatologie et de données disponibles est la station météorologique de CHABLIS (89).

Ce choix a été réalisé du fait de sa similitude face aux événements pluvieux enregistrés (période d'enregistrement 1998 – 2018) et proximité avec le secteur d'étude.

Les données statistiques ont été choisies pour des pas de temps de 6-30min et 30 min-24h afin de cibler les pluies correspondantes aux temps de concentration faibles.

DUREE DE RETOUR	DUREE DE PLUIE ≤ 30 MIN		DUREE DE PLUIE ≥ 30 MIN	
	a	b	a	b
5 ans	4,558	0,521	11,213	0,796
10 ans	5,253	0,514	13,985	0,804
20 ans	5,929	0,51	16,829	0,81
30 ans	6,291	0,507	18,55	0,812
50 ans	6,678	0,5	20,809	0,814
100 ans	7,078	0,487	24,064	0,816

La méthode rationnelle est appliquée ci-après. Elle utilise un modèle simple de transformation de la pluie (décrite par son intensité iT), supposée uniforme et constante dans le temps, en un débit instantané maximal à l'exutoire.

$$Q = 0,167 * Cr * iT * A$$

Où

- Cr est le coefficient de ruissellement du bassin versant considéré qui est fonction de la nature du terrain, de la pente, de la végétation et de la durée de l'averse.
- iT est l'intensité de la pluie de période de retour t en mm/min, avec $iT = a t^{-b}$ (avec t la durée de la pluie et a et b les coefficients de Montana).
- A , la surface totale du bassin versant en ha
- Q , le débit en m^3/s

IV.3 DETAIL DE L'OPERATION

Le détail des surfaces et coefficients de ruissellement à l'état actuel de l'opération sont repris dans le tableau suivant :

Type de surface	Surfaces	Coefficient de ruissellement (30 ans)	Surface active
Espaces verts	56 369 m ²	0,10	5 637 m ²
Total	56 369m²	10 %	5 637 m²

Le détail des surfaces et coefficients de ruissellement à l'état projet de l'opération sont repris dans le tableau suivant :

Type de surface		Surfaces	Coefficient de ruissellement (30 ans)	Surface active
Surfaces imperméabilisées	Voirie en enrobé (Piétons, PL, VL, voie pompiers)	9 772 m ²	1,00	9 772 m ²
	Toitures (Stockage, bureaux, locaux techniques)	23 835 m ²	1,00	23 835 m ²
	Dalle B.A.	490 m ²	1,00	490 m ²
	Aire de béquillage en béton	2 137 m ²	0,90	1 923 m ²
Surfaces semi-perméables	Parking VL « Evergreen »	800 m ²	0,60	480 m ²
	Graviers	736 m ²	0,40	294 m ²
Espaces verts		18 599 m ²	0,10	1 860 m ²
Total		56 369 m²	69 %	38 655 m²

La surface active (SA) est la surface qui contribue effectivement au ruissellement des eaux de pluie en fonction d'un coefficient de ruissellement associé aux caractéristiques du terrain.

$$Surface\ active\ (Sa) = Coefficient\ de\ ruissellement \times Surface$$

Par exemple, dans le tableau précédent, les surfaces actives correspondent donc à :

$$Surface\ active_{(Voirie\ en\ enrobé)} = 1 \times 9\ 772\ m^2 \Rightarrow \mathbf{11\ 069\ m^2}$$

$$Surface\ active_{(Parking\ "Evergreen")} = 0,60 \times 800\ m^2 \Rightarrow \mathbf{480\ m^2}$$

IV.4 ETUDE DES DEBITS

IV.4.1 CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT PRIS EN COMPTE

Au vu des données topographies et des caractéristiques du projet, le tableau présenté ci-après précise les caractéristiques générales pris en compte pour l'étude des débits.

Caractéristiques	Etat actuel – Bassin versant	Etat projeté– Bassin versant
Surface	56 369 m ²	56 369 m ²
Longueur Hydraulique	150 m	415 m
Pente	1 %	1 %
Temps de concentration (Kirpich)*	5,42 min	11,88 min

*Afin de respecter le domaine de validité des coefficients de Montana, le temps de concentration sera pris à minima de 6 min.

Le temps de concentration d'un bassin versant correspond au temps que met une goutte d'eau pour parcourir le trajet séparant le point le plus éloigné du bassin versant et l'exutoire. Il permet de définir la nature de l'épisode pluvieux et le comportement du bassin versant vis-à-vis des précipitations.

Méthode de calcul appliquée

Le temps de concentration du bassin versant sera estimé par la méthode de Kirpich.

Le temps de concentration est alors calculé à partir de l'équation suivante :

$$T_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times p^{-0,385}$$

Où

- L : longueur hydraulique du bassin versant (m)
- p : pente moyenne du bassin versant (m/m)
- T_c : temps de concentration (min)

IV.4.2 CALCUL DES DEBITS D'ORAGE

Méthode de calcul appliquée

Les débits d'orage du bassin versant seront estimés avec la méthode rationnelle.

La méthode rationnelle utilise un modèle simple de transformation de la pluie (décrite par son intensité i(T), supposée uniforme et constante dans le temps) en un débit instantané maximal à l'exutoire.

Elle suppose que la durée de la pluie est au moins égale au temps de concentration du bassin versant pour obtenir le débit maximal à l'exutoire.

Elle ne tient pas compte de l'hétérogénéité de la pluviométrie et a donc tendance à surestimer le débit de pointe.

Cette méthode est bien adaptée aux petits bassins versants ruraux dont la superficie est inférieure à 250 ha et la pente moyenne supérieure à 0,5 %.

Elle s'écrit par la formule suivante :

$$Q = 0,167 \times C_r \times i(T) \times A$$

Où

- Cr : coefficient de ruissellement du bassin versant considéré qui est fonction de la nature du terrain, de la pente, de la végétation et de la durée de l'averse
- $i(T)$: intensité de la pluie de période de retour t en mm/min, avec $i(T) = a t^{-b}$ (avec t la durée de la pluie et a et b les coefficients de Montana)
- A : surface du bassin versant en ha
- Q : le débit en m³/s

Le tableau suivant présente les débits d'orage calculés pour différentes périodes de retour par la méthode rationnelle pour le bassin versant.

Période de retour	Débit d'orage (l/s) par la méthode rationnelle	
	Etat actuel	Etat projeté
5 ans	168,7 l/s	1 155,7 l/s
10 ans	196,9 l/s	1 348,7 l/s
20 ans	223,8 l/s	1 534,8 l/s
30 ans	238,8 l/s	1 637,3 l/s
50 ans	256,6 l/s	1 759,9 l/s
100 ans	278,4 l/s	1 909,3 l/s

CONCLUSION :

L'augmentation des surfaces imperméabilisées aura une incidence sur le ruissellement des eaux pluviales sur le site et donc une augmentation des débits d'orage.

On constate pour l'état futur, une hausse du débit d'orage trentennal par rapport à l'état actuel.

Débit d'orage 30 ans état actuel = 238,8 l/s

Débit d'orage 30ans état projeté = 1 637,3 l/s

Compte tenu la différence entre le débit de rejet actuel et le débit des eaux de ruissellement qui sera généré par le projet, il conviendra de mettre en place des mesures correctives qui permettront de réguler le débit de rejet des eaux de ruissellement en accord avec les réglementations en vigueur.

V.1 DONNEES TECHNIQUES ET REGLEMENTAIRES

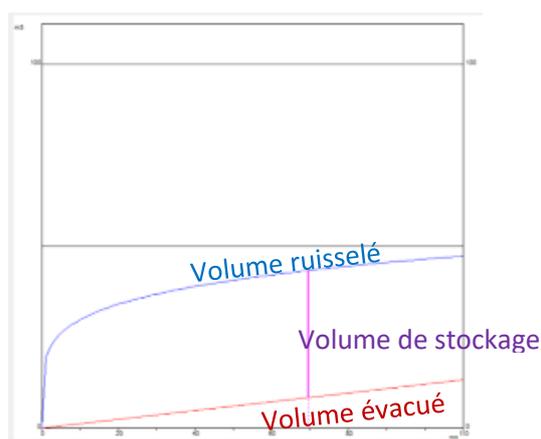
V.1.1 METHODE DE CALCUL APPLIQUEE

La méthode de calcul utilisée pour le dimensionnement des ouvrages de rétention est la méthode des pluies.

La méthode des pluies, préconisée par le document « La ville et son Assainissement » (CETE de l'Est), permet de calculer le volume de stockage nécessaire pour assurer le débit de fuite Q_f retenu avec une période de retour de dysfonctionnement.

Elle consiste à calculer, en fonction du temps, la différence entre la lame d'eau précipitée sur le bassin versant considéré et la lame d'eau évacuée par l'ouvrage de rétention.

Le volume de rétention à mettre en place correspond à l'écart maximum entre le volume ruisselé et le volume évacué.



V.1.2 PERIODE DE RETOUR

Le Cahier des Charges de Cession de Terrains (CCTC) du Parc d'activités économiques « AuxR_Parc » élaboré par la COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DE L'AUXERROIS préconise une période de retour $T = 30$ ans pour la gestion des eaux pluviales dans le secteur.

Période de retour retenue $T = 30$ ans

V.1.3 DEBIT DE FUITE

Le Cahier des Charges de Cession de Terrains (CCTC) du Parc d'activités économiques « AuxR_Parc » élaboré par la COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DE L'AUXERROIS préconise un débit de fuite de 2 l/s/ha pour les parcelles dont la surface est supérieure à $2,5 \text{ ha}$.

Le projet aura donc un débit de fuite de $11,3 \text{ l/s}$ (car $5,6369 \text{ ha} \times 2 \text{ l/s} = 11,27 \text{ l/s}$)

Débit de fuite retenu = 11,3 l/s

V.1.4 COEFFICIENTS DE MONTANA

Afin de cibler au mieux la durée critique de pluie générant le maximum de ruissellement, les coefficients de Montana ont été choisis pour des pas de temps de 6min-30min et de 30min-24h sur la station de Chablis.

Les coefficients de Montana pour un temps de retour 30 ans sont les suivants :

DUREE DE RETOUR	DUREE DE PLUIE ≤ 30MIN		DUREE DE PLUIE ≥ 30MIN	
	a	b	a	b
30 ans	6,291	0,507	18,55	0,812

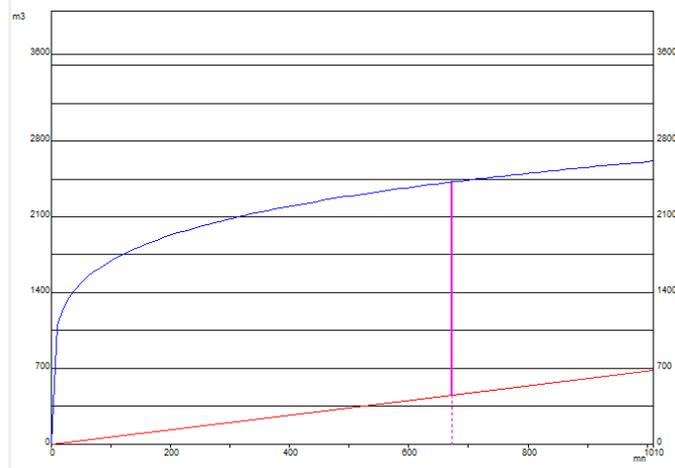
V.2 NOTE DE DIMENSIONNEMENT

V.2.1 OUVRAGE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES DU BASSIN VERSANT PROJET

V.2.1.1 *Ouvrage de rétention commun*

Pour définir le volume utile de l'ouvrage de rétention commun voici (dans le tableau ci-dessous) l'hypothèse pris en compte.

HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT PRISES EN COMPTE	
Débit de fuite	11,3 l/s
Période de retour	30 ans
Surface du projet	56 369 m ²
Surface active	38 655 m ²



Courbe de hauteurs cumulées de pluie (période de retour 30 ans)

Ces données permettent, par le biais de la méthode des pluies, de définir un **volume utile de rétention de 1 997,886 m³**.

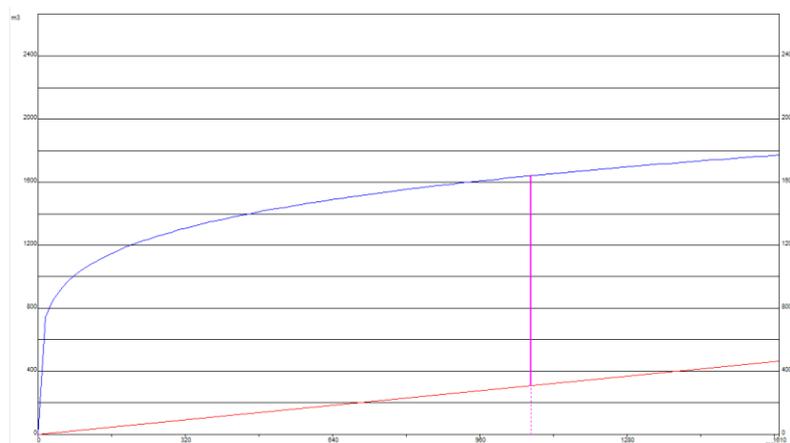
Volume de rétention (ouvrage commun) = 1 998 m³

Dans l'éventualité de séparer la gestion des eaux pluviales en mettant en place un réseau de gestion des eaux pluviales des toitures et un réseau de gestion des eaux pluviales de voirie, voici les hypothèses de dimensionnement à prendre en compte :

V.2.1.1 *Ouvrage de rétention « TOITURES »*

HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT PRISES EN COMPTE

Débit de fuite	4,8 l/s
Période de retour	30 ans
Surface du projet	23 835 m ²
Surface active	23 835 m ²



Courbe de hauteurs cumulées de pluie (période de retour 30 ans)

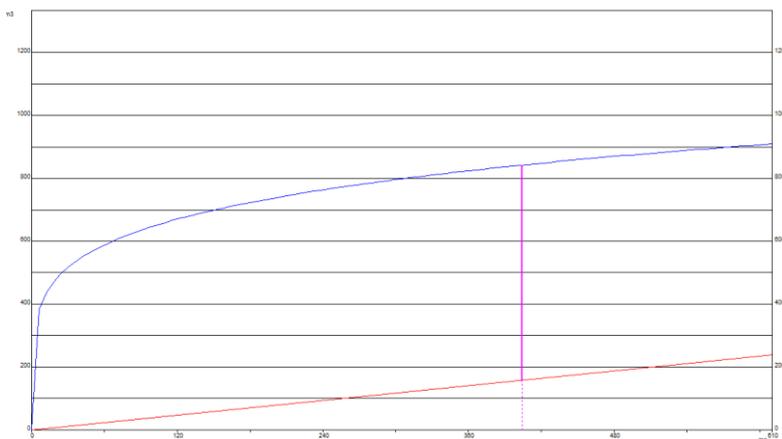
Ces données permettent, par le biais de la méthode des pluies, de définir un **volume utile de rétention de 1 332,765 m³**.

Volume de rétention « TOITURES » = 1333 m³

V.2.1.2 *Ouvrage de rétention « VOIRIE ET ESPACES VERTS »*

HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT PRISES EN COMPTE

Débit de fuite	6,5 l/s
Période de retour	30 ans
Surface du projet	32 534 m ²
Surface active	14 820 m ²



Courbe de hauteurs cumulées de pluie (période de retour 30 ans)

Ces données permettent, par le biais de la méthode des pluies, de définir un **volume utile de rétention de 700,141 m³**.

Volume de rétention « VOIRIE et ESPACES VERTS » = 700 m³

V.2.2 OUVRAGE DE GESTION DES EAUX D'INCENDIE

Le volume total liquide à mettre en rétention pour le bassin d'incendie à été calculé en utilisant la méthode du guide pratique de dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction D9.

Cette méthode prend en compte :

- Les volumes d'eau nécessaires à la défense extérieure contre l'incendie.
- Les volumes d'eau nécessaires aux moyens de lutte intérieure contre l'incendie.
- Le volume d'eau lié aux intempéries.
- Les volumes liquides présents dans la surface de référence considérée.



Calcul des besoins en rétention des eaux d'extinction incendie
Instruction technique D9a

Date : 17-janv.-23
Affaire : Trammel AuxR
Cellule : CORE3

Données d'entrées		
Débit D9	300	m3/h
Volumé spk	600	m3
Débit rideau d'eau	0	m3/min
Débit additifs	0	m3/min
Volumé colonnes sèches	0	m3
Surface voirie	10261,8	m²
Surface cellule	5 968	m²
Volumé de liquides stockés	0	m3

Besoins pour la lutte extérieure	Résultat document D9 : (Besoins x 2 heures au minimum)	600	
Moyens de lutte intérieure contre l'incendie	Sprinkleurs	volumé réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maxi de fonctionnement	
	600		
	Rideau d'eau	besoins x 90 mn	+
	0		
	RIA	A négliger	+
	0		
Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage (en gal. 15 -25 mn)	0	
+			
Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis	0	
+			
Volumé d'eau liés aux intempéries	10 l/m² de surface de drainage	162,298	
+			
Présence stock de liquides	20% du volumé de liquide stocké	0	
+			
Total :		1362,298	
Volumé de rétention nécessaire = 1362,298 m3			

Fiche de dimensionnement du bassin d'incendie sur les lots 1-4

Pour ce projet le volumé total liquide à mettre en rétention pour le bassin d'incendie est de 1 362 m³.

Étant donné les caractéristiques du projet, le bassin de rétention des eaux pluviales sera couplé au bassin d'extinction d'incendie, autrement dit, le même bassin servira à la fois pour la gestion des eaux pluviales et en tant que bassin d'extinction d'incendie.

En ce qui concerne le dimensionnement du bassin de rétention (eaux pluviales + extinction d'incendie) le volumé le plus important entre les deux sera utilisé pour le dimensionnement.

Dans le cas du projet, le volume de rétention pour les eaux pluviales calculé par la méthode de pluies dans le chapitre V.2.1.1 (volume = 1 998 m³) est le volume le plus important.

Le volume total liquide à mettre en rétention pour le bassin d'incendie (couplé au bassin de rétention des eaux pluviales du projet) sera donc de 1998 m³.

Volume de rétention (bassin d'extinction d'incendie + bassin de rétention EP) = 1 998 m³

Le bassin d'extinction d'incendie sera muni d'une vanne de sectionnement afin d'isoler le réseau en cas de pollution.

V.2.3 SEPARATEUR D'HYDROCARBURES

Compte tenu du risque de pollution des eaux de ruissellement mis en contact avec des espaces dédiés aux activités du type aire de lavage, atelier mécanique, parking découvert, ou autres, ces eaux doivent être traitées par un séparateur à hydrocarbures.

Le dimensionnement de ces équipements est effectué selon la méthode de calcul décrite dans la norme NF EN 858-2 sur le dimensionnement des séparateurs à hydrocarbures.

Méthode de calcul appliquée

$$TN = (Qr + fx \times Qs) \times fd$$

TN : Taille nominale du séparateur à hydrocarbures

Qr : Débit maximum des eaux pluviales en entrée de l'ouvrage, en l/s

Fx : Facteur relatif à l'entrave selon la nature du déversement

Qs : Débit maximum d'eaux usées de production en entrée de l'ouvrage, en l/s

Fd : Facteur relatif à la masse volumique des hydrocarbures concernés (=1 pour des hydrocarbures de type essence et gazole)

Conformément à la norme NF EN 752-4, le débit maximum d'eaux de pluie en entrée du séparateur doit être calculé à partir de la formule suivante :

$$Qr = Cr \times i \times A$$

Q_r : Débit maximum des eaux pluviales en entrée de l'ouvrage, en l/s

C_r : Coefficient de ruissellement de la zone de collecte des eaux pluviales

i : intensité pluvieuse de récurrence annuelle, en litres par seconde et par m^2 de surface (déterminé en fonction de la localisation du projet).

A : Surface de collecte des eaux pluviales, en m^2

Compte tenu les caractéristiques du projet, voici dans le tableau ci-dessous, l'hypothèse pris en compte pour le dimensionnement du séparateur d'hydrocarbures

HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT PRISES EN COMPTE	
Type de déversement d'effluents	Parking découvert
Surface retenue*	= 12 399 m^2
Facteur relatif à l'entrave selon la nature du déversement (F_x)	Catégorie b = 0 (eaux de pluie seulement)
Facteur relatif à la masse volumique des hydrocarbures concernés (F_d)	1

*La surface retenue prend en compte la voirie du projet (places parking PL et VL, voie pompiers, aires de bécquillage, etc.)

Le débit maximum des eaux pluviales en entrée de l'ouvrage est :

$$Q_r = C_r \times i \times A = 0,71 \times 0,03 \frac{l}{s} \cdot m^2 \times 12\,399\,m^2 = 334,8\,l/s$$

La taille nominale du séparateur à hydrocarbures est :

$$TN = (Q_r + F_x \times Q_s) \times F_d = (334,8\,l/s + 0 \times 0) \times 1 = 334,8\,l/s$$

Compte tenu le type de surface/activité à traiter (parking découvert) le traitement choisi est le traitement avec by-pass (traitement à 20%).

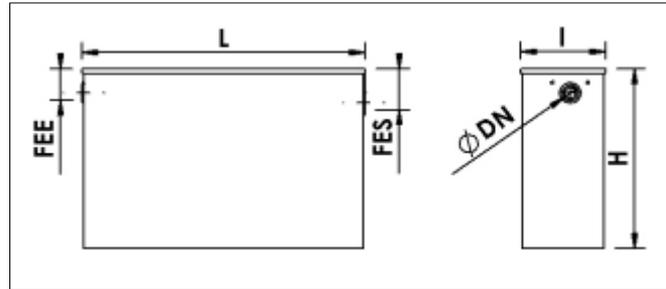
Dans ce cas la taille nominale est :

$$TN = 20\% * Q_r = 66,96\,l/s$$

Les caractéristiques du séparateur d'hydrocarbures devront donc être les suivantes :

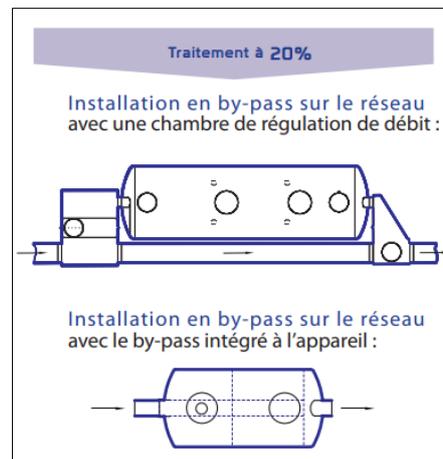
CARACTERISTIQUES DU SEPARATEUR D'HYDROCARBURES	
Classe de l'ouvrage	I (donc rejet en hydrocarbures limité à 5 mg/l)
Taille nominale (TN)	66,96 l/s (TN 70)
Volume utile	Entre 13 000 à 14 500 L (dépend du modèle)
Longueur du dispositif	Entre 4 et 6 m (dépend du modèle)

<i>Largeur du dispositif</i>	Environ 2 m (dépend du modèle)
<i>Hauteur du dispositif</i>	Environ 2 m (dépend du modèle)
<i>DN</i>	315 mm (dépend du modèle)



Coupe du séparateur d'hydrocarbures

Ce dispositif sera placé après l'ouvrage de régulation du débit du bassin de rétention des eaux pluviales/bassin d'extinction d'incendie.



Options de configuration du déboureur séparateur d'hydrocarbures

VI. CONCLUSION

VI.1.1 INCIDENCES POUR DES PLUIES D'OCCURRENCE TRENTENNALE

Le tableau suivant présente une comparaison des débits d'orage trentennale avec et sans aménagement hydraulique.

	Situation actuelle	Situation future sans aménagement hydraulique	Situation future avec aménagements hydrauliques
Débit de rejet pour T=30 ans	238,8 l/s	1 637,3 l/s	11,3 l/s

L'aménagement de la parcelle aura nécessairement un impact sur les débits d'orage générés par le site et nécessitera la mise en place de mesures correctives.

Pour les pluies de période de retour inférieure ou égale à 30 ans, le projet aura une incidence positive en termes de débit de rejet et améliorera la situation à l'aval pour la gestion du risque inondations.

VI.1.2 INCIDENCES POUR DES PLUIES D'OCCURRENCE SUPERIEURE A 100 ANS

Pour les pluies plus rares, un système de surverse sera mis en place.

Ce système sera raccordé au réseau public existant.

VI.2 COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE GESTION

Les prescriptions en matière de gestion des eaux pluviales concernant la zone d'implantation du projet sont :

VI.2.1 Le Cahier des Charges de Cession de Terrains (CCCT) de « AuxR_Parc » [Communauté d'agglomération de l'Auxerrois]

Le CCCT de la zone d'activités « AuxR_Parc », préconise dans son article 2.3 les modalités de gestion des eaux pluviales au sein des lots :

Article 2.3 : Eaux pluviales

Les propriétaires des lots devront construire des dispositifs individuels d'infiltration ou de rétention des eaux pluviales provenant des surfaces couvertes (toitures...), à l'intérieur de leur propre lot.

Les eaux pluviales générées par les aménagements internes à chaque lot seront gérées à la parcelle jusqu'à une occurrence trentennale.

Chaque acquéreur devra mettre en place un dispositif de régulation imperméabilisé avec décantation (bassin ou noue) et équipé d'une lame syphoïde.

Les ouvrages de régulation seront dimensionnés pour une pluie trentennale et pour un débit de fuite variable suivant la surface de la parcelle. Les valeurs prises en compte sont les suivantes :

- Parcelles surface $\leq 0,5$ ha : 20 l/s/ha ou 5 l/s minimum
- Parcelles surface $> 0,5$ ha et $\leq 1,5$ ha : 10 l/s/ha
- Parcelles surface $> 1,5$ ha à $< 2,5$ ha : 3 l/s/ha
- Parcelles surface $\geq 2,5$ ha (application du PLU) : 2 l/s/ha

Les eaux de ruissellement ainsi régulées au niveau de chaque parcelle, sont collectées dans un réseau d'eaux pluviales canalisé gravitaire qui rejoint les bassins de régulation suivants : « bassin Sud » pour la zone Sud, « bassin Nord 1 » et « bassin Nord 2 » pour la zone Nord.

(Extrait du CCCT de la zone d'activité « AuxR_Parc »)

VI.2.2 ARTICLE 640 DU CODE CIVIL

Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué.

Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement.

Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur.

VI.2.3 LA NORME NF EN 752-2 PRESCRIVANT LES OBJECTIFS DE PROTECTION CONTRE LE RISQUE INONDATION

Fréquence d'un orage Le système doit fonctionner sans mise en charge	Lieu = site général dans lequel se situe le projet et notamment prise en compte des zones à l'aval du projet où vont se déverser les eaux de pluie	Fréquence d'inondation acceptable = fréquence à partir de laquelle les débordement des eaux collectées sont admises en surface (impossibilité pour celle-ci de pénétrer dans le réseau)
1 par an	Zones rurales	1 fois tous les 10 ans
1 tous les 2 ans	Zones résidentielles	1 fois tous les 20 ans
1 tous les 2 ans 1 tous les 5 ans	Centres-villes / zones industrielles ou commerciales : - si risque d'inondation vérifié - si risque d'inondation non vérifié	1 fois tous les 30 ans
1 tous les 10 ans	Passages souterrains routiers ou ferrés	1 fois tous les 50 ans

Le SDAGE décrit les priorités de la politique de l'eau du bassin hydrographique et définit les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée et durable de la ressource. Il fixe également les dispositions nécessaires pour stopper la détérioration et assurer l'amélioration de l'état des eaux et des milieux aquatiques et les objectifs de qualité à atteindre pour chaque cours d'eau, plan d'eau, nappe souterraine, estuaire et secteur littoral.

Le projet de construction du lotissement et par conséquent le rejet des eaux pluviales doit se soumettre aux orientations prévues par le SDAGE Seine-Normandie 2022-2027.

Les orientations fondamentales et les dispositions du SDAGE 2022-2027 sont les suivantes :

- 1- Pour un territoire vivant et résilient : des rivières fonctionnelles, des milieux humides préservés et une biodiversité en lien avec l'eau restaurée.
- 2- Réduire les pollutions diffuses en particulier sur les aires d'alimentation de captages d'eau potable.
- 3- Pour un territoire sain : réduire les pressions ponctuelles.
- 4- Pour un territoire préparé : assurer la résilience des territoires et une gestion équilibrée de la ressource en eau face au changement climatique.
- 5- Agir du bassin à la côte pour protéger et restaurer la mer et le littoral.

Plus spécifiquement, le SDAGE impose une prise en compte des enjeux liés aux réseaux pluviaux pour la santé et les milieux aquatiques, notamment au travers de l'orientation 3, « Pour un territoire sain : réduire les pressions ponctuelles ».

La disposition au sein de l'orientation 3 à prendre en compte est :

- Disposition 3.2. Améliorer la collecte des eaux usées et la gestion du temps de pluie pour supprimer les rejets d'eaux usées non traitées dans le milieu.

Orientation 3.2.

L'imperméabilisation des sols qui accompagne le développement de l'urbanisation est à l'origine de modifications significatives du cycle naturel de l'eau et notamment d'une aggravation du phénomène de ruissellement. Une partie de ce ruissellement est récupérée par le système de gestion des eaux pluviales et/ou par le système d'assainissement (infiltration, stockage, collecte, transport, traitement éventuel), ce qui en cas d'excès peut poser des problèmes de gestion et affecter la qualité du milieu et des zones d'usages sensibles. Les surfaces imperméabilisées doivent être stabilisées, voire diminuées, afin de favoriser l'infiltration naturelle des eaux pluviales dès que possible. Les pluies courantes, dont la période de retour est inférieure à 1 an, qui représentent la majorité du volume des pluies, peuvent, par ailleurs, être valorisées, y compris dans des contextes urbains denses. Pour repère, ces pluies courantes correspondent environ à une lame d'eau journalière de 10 mm en Ile-de-France et en Grand Est. Les erreurs de raccordement, à l'origine de la présence d'eaux usées dans des réseaux d'eaux pluviales, entraînent un rejet direct d'eau usée sans traitement au milieu, et doivent donc être corrigées.

Par ailleurs, le ruissellement urbain induit des rejets problématiques pour les milieux aquatiques et les usages sensibles, notamment dans les grosses agglomérations, comme souligné par l'état des lieux 2019. À l'échelle d'un bassin versant, lorsque les écoulements des pluies courantes sont

intégralement rejetés, concentrés et accélérés dans et par les réseaux, les volumes deviennent difficiles à gérer. Les pluies courantes, a minima, devraient être gérées à la source, hors des réseaux, pour limiter les volumes collectés par temps de pluie et in fine limiter les volumes et flux de polluants directs et indirects déversés au milieu⁶⁹. Les épisodes de pluies plus importants, dont le ruissellement peut dépasser les capacités de gestion des eaux pluviales et engendrer des inondations par ruissellement et par débordement de réseau, sont traités par l'Orient° fondamentale 4 (cf. Orientation 4.2). Il convient de considérer ces différents types de pluies pour évaluer le fonctionnement des systèmes d'assainissement et pour concevoir des projets y compris en matière d'urbanisme et d'aménagement urbain. La prise en compte des paysages liés à l'eau, notamment en milieu urbain, peut constituer une opportunité dans l'appropriation de ces problématiques techniques par les acteurs.

- **Disposition 3.2.1.**

Les collectivités territoriales et leurs groupements compétents ou les gestionnaires des réseaux d'assainissement collectif sont invités à établir un diagnostic précis des éventuels dysfonctionnements des réseaux d'assainissement et de leur origine, et à mettre en place un programme de travaux et de contrôles tels que la correction des inversions de branchements et la réduction des apports d'eaux parasites. Les collectivités et leurs groupements compétents veillent à favoriser le non-raccordement des eaux pluviales aux systèmes de collecte des eaux pluviales comme aux systèmes de collecte des eaux usées en tout ou parties unitaires.

Elles veillent également à encadrer les raccordements, le cas échéant. Ils veillent à transcrire ces prescriptions dans un règlement du service d'assainissement ou dans un règlement du service public des eaux pluviales. Leur compatibilité avec les objectifs de gestion à la source des eaux de pluie et de gestion distincte des eaux pluviales et des eaux usées du SDAGE induit que ces règlements prévoient notamment que, pour les nouveaux projets de construction, d'extension ou d'aménagement ou les opérations de renouvellement urbain, les eaux pluviales soient gérées à la source, au plus près de là où ces eaux tombent, sans raccordement direct ou indirect au réseau public, a minima pour les pluies courantes et que les eaux pluviales et les eaux usées soient gérées de manière distincte.

- **Disposition 3.2.2.**

Pour rappel, les collectivités territoriales et leurs groupements compétents en matière d'urbanisme doivent inscrire dans les documents d'urbanisme (SCoT, Schéma directeur de la région Ile-de-France, PLU et documents en tenant lieu, etc.) les mesures envisagées pour éviter, réduire et compenser s'il y a lieu, les conséquences dommageables de la mise en œuvre du document d'urbanisme sur l'environnement, notamment les écoulements d'eau pluviale (article L.104-4 du Code de l'urbanisme). Les solutions fondées sur la nature sont à privilégier pour réduire et compenser les éventuelles conséquences dommageables en raison de leurs co-bénéfices notamment vis-à-vis des vagues de chaleur et de la biodiversité sujette à un déclin avéré.

Les documents d'urbanisme doivent être compatibles ou rendus compatibles avec les objectifs de réduction de l'imperméabilisation des sols et de gestion à la source des eaux de pluie afin d'éviter leur transit par les systèmes d'assainissement. Dans le cadre des mesures précitées, cette obligation de compatibilité induit, notamment, d'évaluer l'incidence de l'ouverture à l'urbanisation d'un secteur nouveau, ou de la densification significative d'un secteur déjà construit ou non encore urbanisé, sur les écoulements d'eaux pluviales d'un point de vue qualitatif et quantitatif et sur le fonctionnement du système d'assainissement.

- **Disposition 3.2.3.**

Dans l'objectif d'améliorer la gestion des eaux pluviales et la perméabilité des sols des territoires déjà urbanisés, les collectivités territoriales et leurs groupements compétents en matière d'urbanisme et celles en charge de l'assainissement / gestion des eaux pluviales veillent, selon leurs compétences, à :

- Évaluer, hiérarchiser et saisir les possibilités de dé-raccordement des eaux pluviales.
- Examiner les possibilités de renaturation des espaces artificialisés, en particulier les « espaces collectifs », qu'ils soient de statut public ou privé (voies et chemins privés par exemple) dont les fonctions pourraient supporter une désimperméabilisation.
- Désimperméabiliser les espaces libres de leurs domaines (routes, cours, places, voiries, etc.) et encourager et accompagner les actions similaires engagées par des propriétaires privés.

Les collectivités territoriales et leurs groupements compétents en matière d'urbanisme s'assurent de la transcription et de l'intégration de ces éléments selon les cas, dans le document d'orientation et d'objectifs (DOO)⁷² ou dans les orientations d'aménagement et de programmation (OAP)⁷³ et le règlement du PLU, et que ceux compétents en matière d'assainissement et de gestion des eaux pluviales s'assurent de leur traduction dans les règlements du service d'assainissement et du service de gestion des eaux pluviales et dans les programmes adaptés identifiés dans la Disposition 3.2.4. Par ailleurs, ces collectivités sont invitées à travailler en étroite collaboration avec les collectivités compétentes en voirie et espaces publics, si elles sont différentes, pour favoriser la mise en œuvre des principes de gestion intégrée des eaux pluviales dans les espaces publics.

- **Disposition 3.2.4.**

Les collectivités territoriales et leurs groupements compétents en matière d'assainissement et/ou gestion des eaux pluviales urbaines veillent à réaliser, en étroite collaboration à l'échelle d'un bassin hydrographique cohérent, un schéma directeur de gestion des eaux pluviales, un schéma directeur d'assainissement et/ ou un diagnostic de système d'assainissement, comme prévu par l'article 12 de l'arrêté ministériel du 21 juillet 2015⁷⁴ comportant un volet « temps de pluie » ou « eaux pluviales ».

Les schémas précités, en tant qu'ils constituent des décisions administratives prises dans le domaine de l'eau, doivent permettre d'assurer une gestion des eaux pluviales à la source, notamment à travers les principes décrits à la Disposition 3.2.3 visant la limitation de l'imperméabilisation, la renaturation et le dé-raccordement des eaux pluviales aux réseaux.

Ces outils ont vocation à :

- Améliorer la connaissance du patrimoine (aménagements et ouvrages de gestion des eaux pluviales) et de son fonctionnement.
- Définir des objectifs adaptés au territoire concernant la gestion des eaux pluviales en visant par défaut « zéro rejet d'eaux pluviales » vers les réseaux a minima pour les pluies courantes et en s'appuyant sur les principes et objectifs décrits au 3.2.5 Toute exception nécessite d'être argumentée techniquement, au-delà par exemple du seul caractère argileux ou gypseux du sous-sol.
- Identifier les réponses concrètes à apporter aux dysfonctionnements observés, retranscrites au travers de prescriptions techniques territorialisées et d'un programme d'actions hiérarchisé.

■ Permettre de sélectionner les secteurs à enjeux nécessitant la réalisation d'un zonage pluvial (art. L.2224-10 du Code général des collectivités territoriales).

- **Disposition 3.2.5.**

Les collectivités territoriales et leurs groupements compétents en matière d'urbanisme et d'aménagement du territoire sont invités en cohérence avec les autres politiques publiques de prévention des risques, à définir une stratégie d'aménagement du territoire qui tienne compte de l'aléa ruissellement et qui contribue à réduire et ralentir les ruissellements, en identifiant et préservant des éléments de paysage (cf. Disposition 2.4.2 et Disposition 4.2.3).

En particulier, sur la base du zonage pluvial visé à l'article L.2224-10 du Code général des collectivités territoriales (notamment son alinea n°3), et pour répondre aux enjeux d'une gestion intégrée des eaux pluviales et de prévention des ruissellements, les décisions administratives dans le domaine de l'eau prises par ces collectivités et leurs groupements doivent être compatibles avec l'ensemble des principes et objectifs suivants :

■ Systématiser la réduction des volumes d'eaux pluviales collectés par les réseaux : fixation d'une hauteur minimale de lame d'eau à valoriser sur l'emprise de chaque projet, au droit des précipitations visant à éviter les raccordements directs d'eaux pluviales au réseau, voire à déconnecter l'existant quand c'est possible.

■ Assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales : « zéro rejet d'eaux pluviales » vers les réseaux à minima pour les pluies courantes, définition d'objectifs de régulation des débits d'eaux pluviales avant leur rejet au-delà.

■ Rechercher des solutions multifonctionnelles de stockage d'eaux pluviales à une échelle adaptée (bassins végétalisés à ciel ouvert, jardins de pluie, espaces verts en creux, récupération d'eau de pluie sur les bâtiments, toitures végétalisées, etc. en domaine public et privé).

■ Éviter l'imperméabilisation des sols : fixation d'une part minimale de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables, favorisant l'infiltration des eaux pluviales et évitant le raccordement au réseau des nouvelles surfaces imperméabilisées, imposition de performances environnementales renforcées, etc.

- **Disposition 3.2.6.**

Les aménageurs sont invités à :

■ Prendre en compte la gestion des eaux pluviales dès le début de la conception du projet et tout au long de son exécution, en intégrant les compétences nécessaires en hydrologie et écologie dans l'équipe de conception.

■ Concevoir des projets permettant de gérer les eaux pluviales au plus près de là où elles tombent en favorisant l'infiltration de l'eau dans le sol (noues, bassins végétalisés à ciel ouvert, jardins de pluie, ...) ou les toitures végétalisées et en considérant l'eau pluviale comme une ressource pour l'alimentation des espaces verts. Pour ce faire, l'imperméabilisation des sols doit être limitée, les rejets en réseaux à minima pour des pluies courantes évités et les modalités de gestion intégrée des eaux pluviales envisagées pour le stockage et l'infiltration des eaux pluviales sur l'emprise du projet précisées.

- Vérifier que les travaux conduits sont réalisés dans le respect des objectifs de réduction des volumes d'eaux pluviales collectées.

Par ailleurs, afin de prévenir le risque inondation par ruissellement pluvial et par débordement de réseaux d'assainissement, les impacts éventuels de tout projet d'aménagement soumis à autorisation ou à déclaration au titre de la rubrique 2.1.5.0 de l'article R. 214-1 du Code de l'environnement relative aux rejets d'eaux pluviales dans le milieu, en l'absence d'alternative d'évitement avérée, doivent être réduits en respectant cumulativement les principes et objectifs suivants :

- Le débit spécifique issu de la zone aménagée proposé par le pétitionnaire, en l'absence d'objectifs précis fixés par une réglementation locale (SAGE, règlement sanitaire départemental, SDRIF, SRADDET, SCoT, PLU, zonages pluviaux, etc.), doit être inférieur ou égal au débit spécifique du bassin versant intercepté par le périmètre du projet.
- La neutralité hydraulique du projet du point de vue des eaux pluviales doit être le plus possible recherchée pour toute pluie de période de retour inférieure à 30 ans, sans que cette recherche s'opère au détriment de l'abattement des pluies courantes.

Les mesures et les aménagements hydrauliques envisagés dans le cadre du projet permettent donc de garantir sa comptabilité avec le SDAGE Seine-Normandie notamment pour l'orientation 3.

VII. ENTRETIEN ET SURVEILLANCE

L'entretien et la surveillance des ouvrages hydrauliques seront assurés par le propriétaire ou l'association des co-propriétaires.

Les opérations d'entretien et de maintenance des différents équipements consisteront notamment en :

- Un curage des rétentions lorsque les produits décantés nuisent au bon fonctionnement des installations,
- Un colmatage des fuites.

Les opérations d'entretien seront particulièrement importantes en périodes pluvieuses, périodes pendant lesquelles tous les ouvrages hydrauliques devront être en parfait état de fonctionnement.

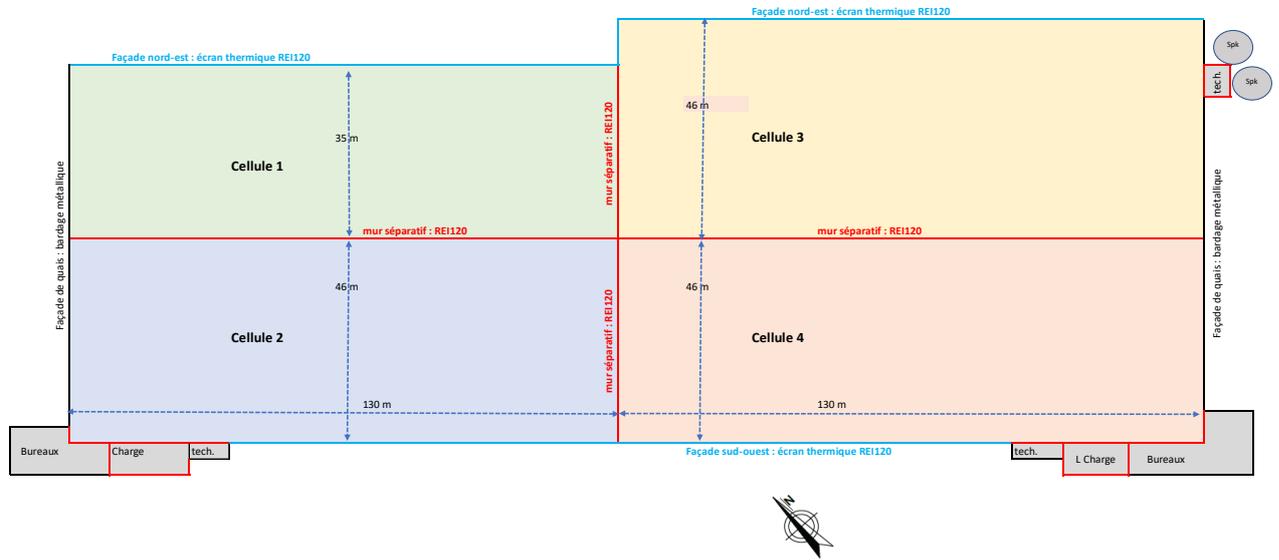
Les ouvrages de rétention étant exclusivement destinés au contrôle des eaux pluviales issues des surfaces imperméabilisées, **il est important de sensibiliser les futurs usagers sur le fait d'éviter tout rejet d'eaux polluées dans le réseau d'eaux pluviales comme les eaux de lavages, les huiles de vidanges, les détergents.**

PJ n°2bis - Annexe 03

Evaluation des zones d'effets thermiques

Modélisations Flumilog

Le bâtiment est constitué de 4 cellules de stockage, séparées par des murs coupe-feu REI120. Les cellules 2, 3 et 4 sont identiques, la cellule 1 est plus petite.



Plan schématique du bâtiment

1. Hypothèses de calcul

	Cellule 1	Cellule 2	Cellule 3	Cellule 4
Dimension de la cellule				
Longueur	130 m	130 m	130 m	130 m
Largeur	35 m	46 m	46 m	46 m
Hauteur	13,7 m			
Caractéristiques techniques				
Structure principale (Poteaux / poutres)	R60			
Pannes	R15			
Façade nord-est	Ecran thermique = Panneaux sandwich REI120	Mur séparatif : Béton REI120	Ecran thermique = Panneaux sandwich REI120	Mur séparatif : Béton REI120
Façade sud-est	Façade de quais : Bardage double peau sans résistance au feu	Façade de quais : Bardage double peau sans résistance au feu	Mur séparatif : Béton REI120	Mur séparatif : Béton REI120
Façade nord-ouest	Mur séparatif : Béton REI120	Ecran thermique = Panneaux sandwich REI120	Mur séparatif : Béton REI120	Ecran thermique = Panneaux sandwich REI120
Façade sud-ouest	Mur séparatif : Béton REI120	Mur séparatif : Béton REI120	Façade de quais : Bardage double peau sans résistance au feu	Façade de quais : Bardage double peau sans résistance au feu
Toiture	Bac acier multicouche - BRoof(t3)			
Désenfumage	2%			
Caractéristiques du stockage				
Stockage sur racks (*)				
Longueur des racks	103 m			
Zone de préparation face aux quais	22 m			
Allée de circulation en fond de cellule	5 m			
Hauteur maximum de stockage	10 m			
Nombre de niveaux de palettes	5 niveaux			
Doubles racks	5	7		
Racks simples	2	2		

- Caractéristique du stockage :

Le stockage sur racks permet une optimisation du volume de stockage. Les modélisations avec un stockage en racks sont majorantes par rapport à un stockage en masse. Ce dernier type de stockage n'est donc pas exclu.

- Type de stockage :

L'entrepôt est classé sous la rubrique 1510, nous avons donc effectué une première modélisation avec une palette type « 1510 » dont la composition est définie par Flumilog.

Cependant, les rubriques 2663 et 2662 étant également incluses dans la rubrique 1510, nous avons également réalisé une modélisation avec une palette type 2662. On rappellera que la rubrique 2662 correspond à des polymères purs. Cette deuxième modélisation est donc très majorante.

- Hauteur de la cible

Il n'y a pas de dénivelé marqué entre le niveau de la plateforme de stockage et des terrains voisins.

Il n'y a pas de point haut, d'immeubles à étages ou de grande hauteur dans le voisinage du site.

La hauteur de cible sera donc prise réglementairement à 1,8 m comme préconisé par Flumilog.

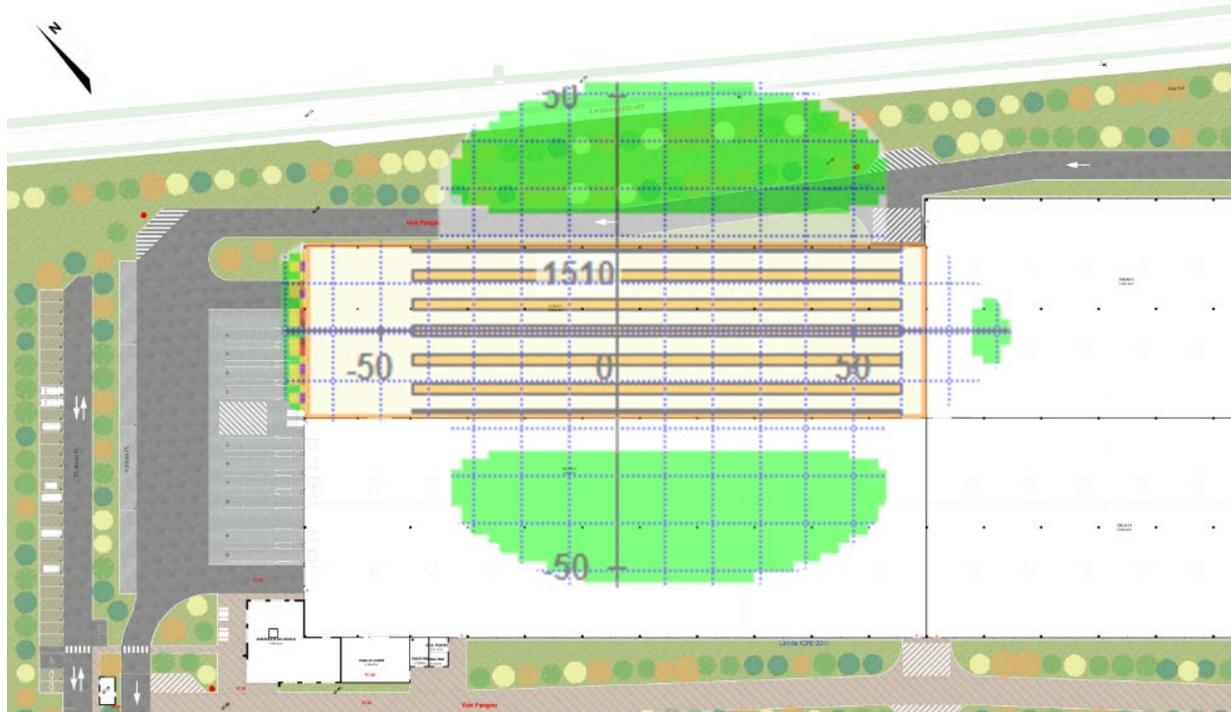
2. Résultats des modélisations

Rubrique 1510 : Matières combustibles en mélange

Cellule	Façade	Flux rayonnés				
		20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
1	Nord-est (ETH)	na	na	na	na	34 m
	Nord-Ouest (quais)	na	na	5 m	5 m	5 m
2	Sud-ouest (ETH)	na	na	na	na	40 m
	Nord-Ouest (quais)	na	na	5 m	5 m	5 m
3	Nord-est (ETH)	na	na	na	na	40 m
	Sud-est (quais)	na	na	5 m	5 m	5 m
4	Sud-ouest (ETH)	na	na	na	na	40 m
	Sud-est (quais)	na	na	5 m	5 m	5 m

na : non atteint

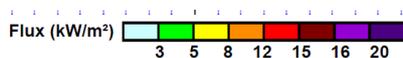
ETH : écran thermique REI120.

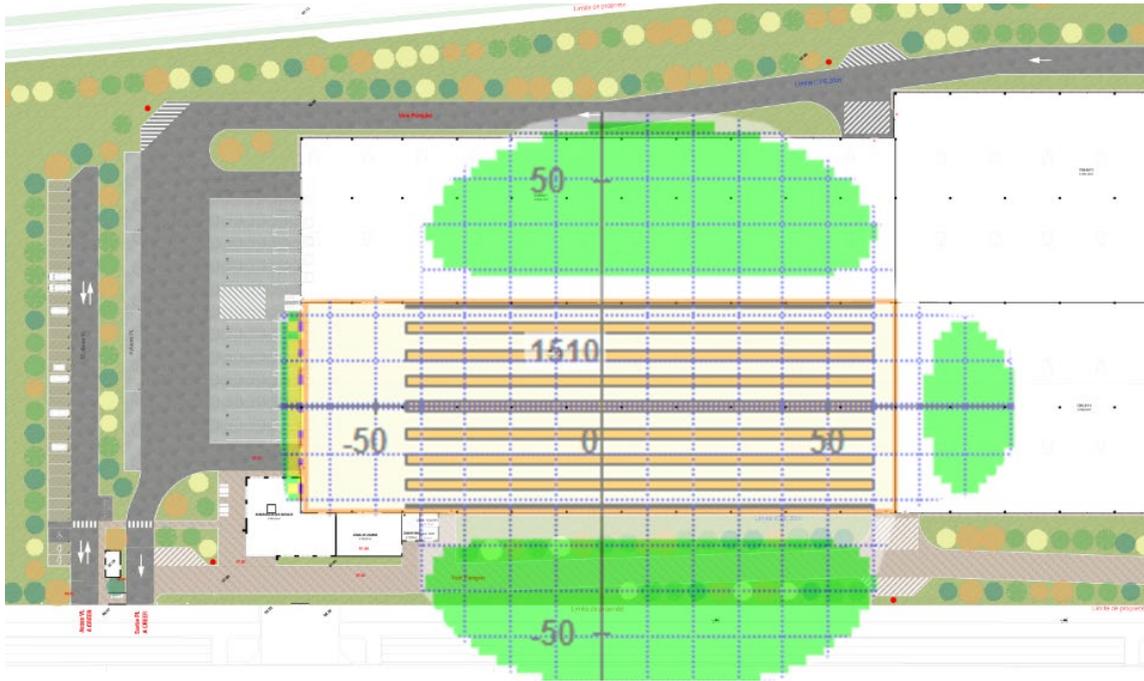


Zones d'effets thermiques : palette type 1510

Stockage = 11,7 m

Légende :



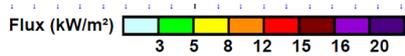


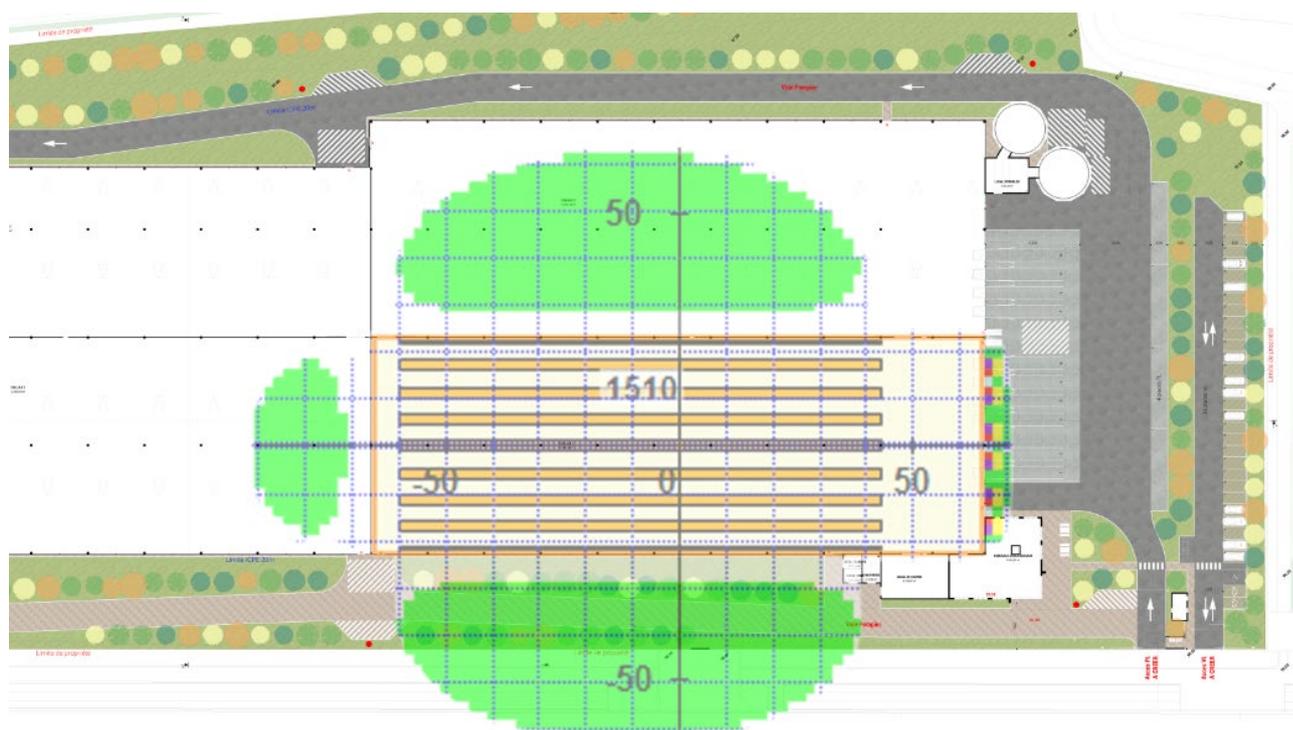
Cellule 2 : Zones d'effets thermiques : palette type 1510
Stockage = 11,7 m



Cellule 3 : Zones d'effets thermiques : palette type 1510
Stockage = 11,7 m

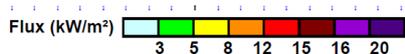
Légende :





Cellule 4 : Zones d'effets thermiques : palette type 1510
Stockage = 11,7 m

Légende :



Dans le cas d'un stockage de type **1510** , sur une hauteur de **11,7 m**, les flux de 5 kW/m² et plus ne sortent pas des limites de propriété.

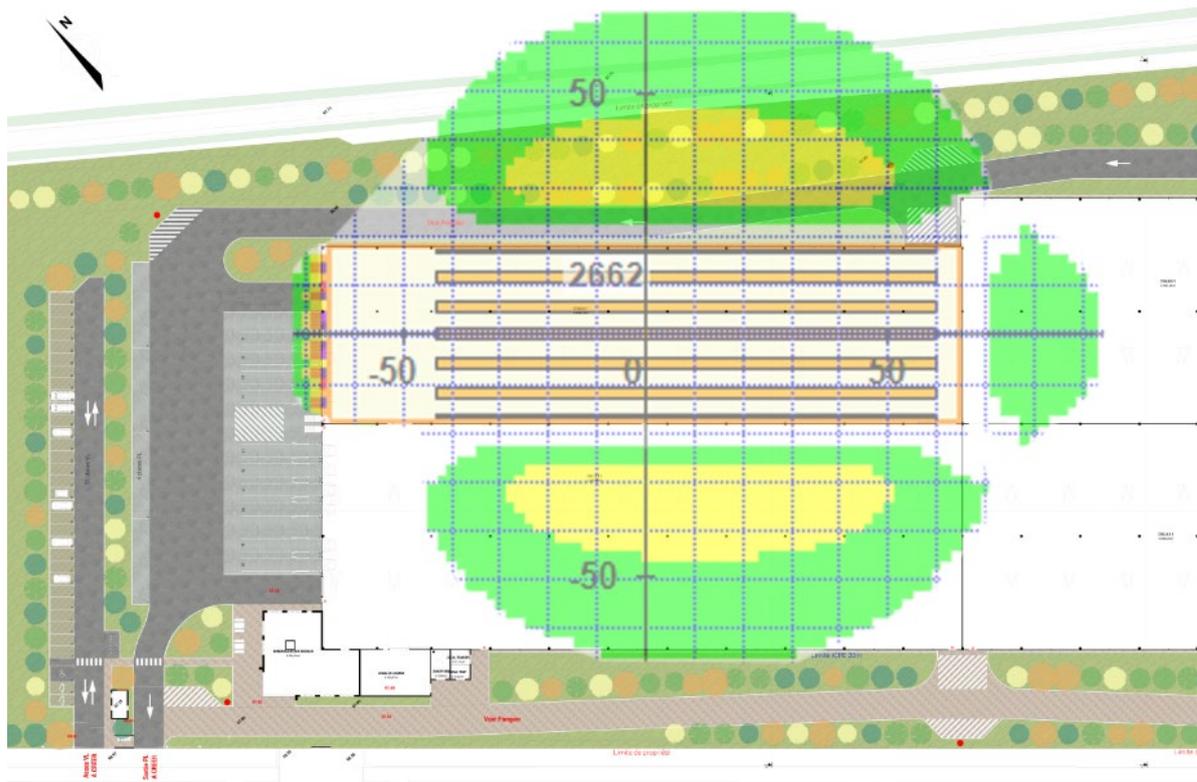
- le flux de 3 kW/m² dépasse des limites de propriété et vient toucher :
 - o L'avenue Jules Verne au sud-ouest pour les cellules 2 et 4.
 - o Le chemin longeant la limite de propriété au nord-est et les espaces verts situés au-delà pour les cellules 1 et 3. On notera que le flux de 3 kW/m² ne touche pas les voies de circulation de l'autoroute situées à 20 m de la limite de propriété ;

Rubrique 2662 : Matières plastiques ou polymères purs

Cellule	Façade	Flux rayonnés				
		20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
1	Nord-est (ETh)	na	na	na	27 m	40 m
	Nord-Ouest (quais)	na	na	5 m	5 m	10 m
2	Sud-ouest (ETh)	na	na	na	35 m	60 m
	Nord-Ouest (quais)	na	na	5 m	5 m	10 m
3	Nord-est (ETh)	na	na	na	35 m	60 m
	Sud-est (quais)	na	na	5 m	5 m	10 m
4	Sud-ouest (ETh)	na	na	na	35 m	60 m
	Sud-est (quais)	na	na	5 m	5 m	10 m

na : non atteint

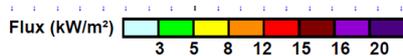
ETh : écran thermique REI120.

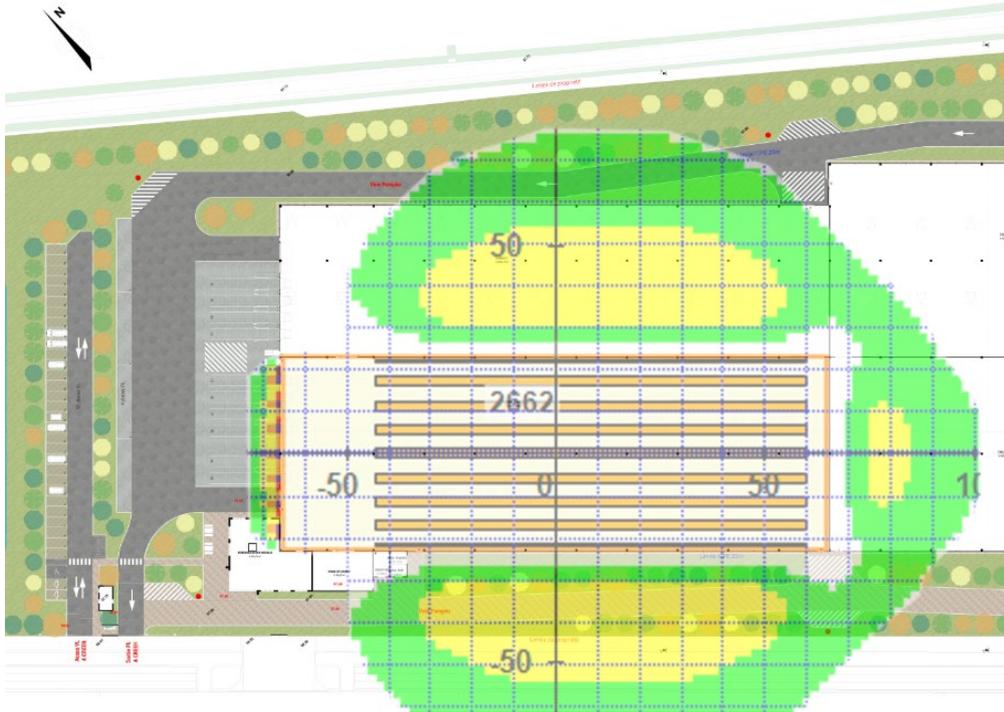


Cellule 1 : Zones d'effets thermiques : palette type 2662

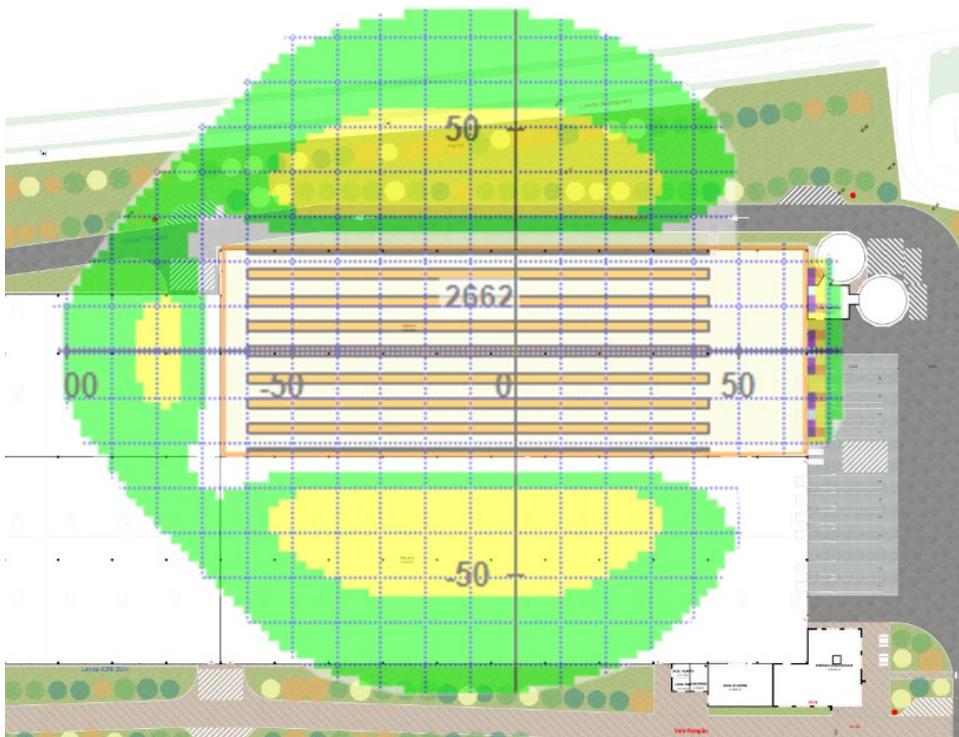
Stockage = 11,7 m

Légende :

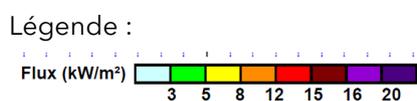


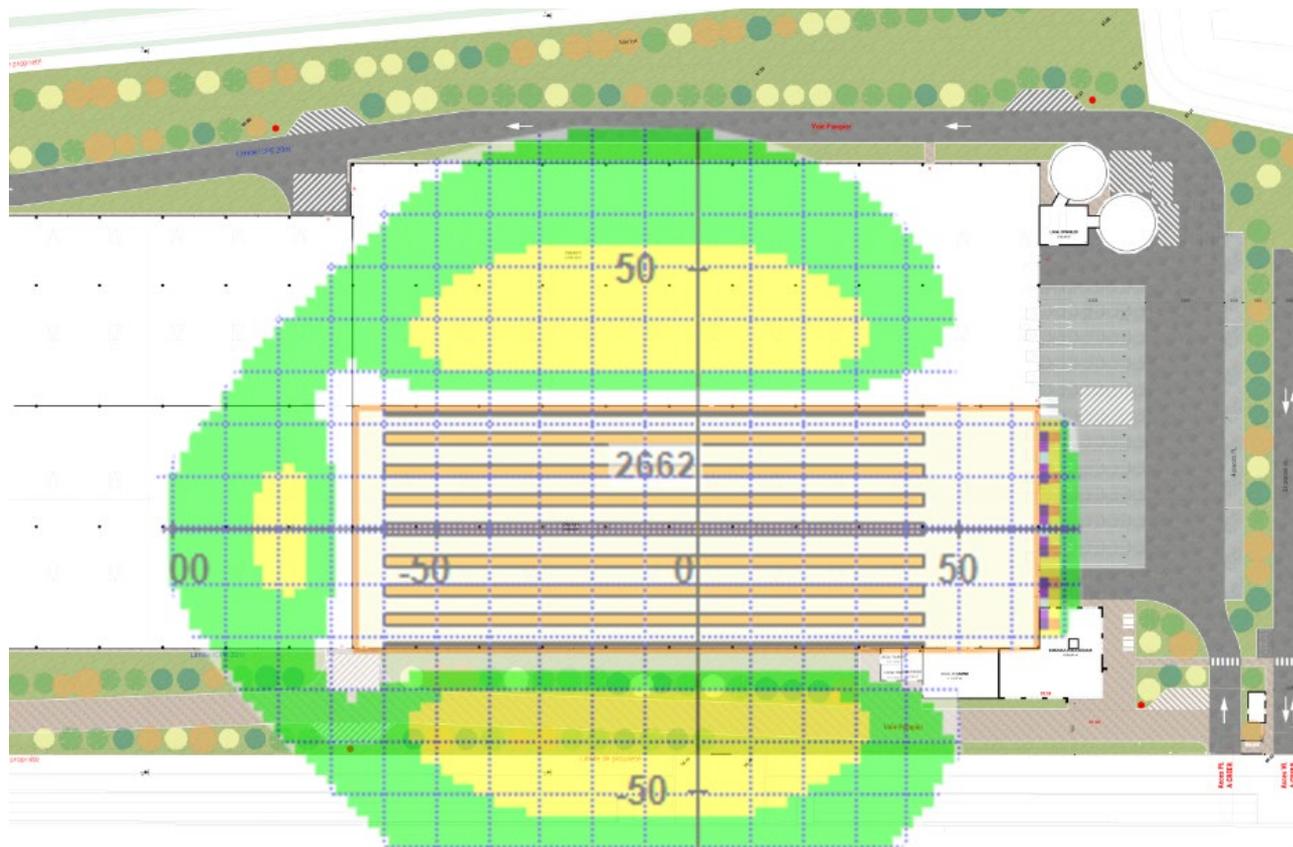


Cellule 2 : Zones d'effets thermiques : palette type 2662
Stockage = 11,7 m

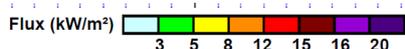


Cellule 3 : Zones d'effets thermiques : palette type 2662
Stockage = 11,7 m



**Cellule 4 : Zones d'effets thermiques : palette type 2662****Stockage = 11,7 m**

Légende :



Dans le cas d'un stockage de type **2662**, sur une hauteur de **11,7 m**,

- les flux de 8 kW/m² et plus ne sortent pas des limites de propriété.

Pour les cellules 2 et 4 :

- Le flux de 5 kW/m² touche l'avenue Jules Verne.
- Le flux de 3 kW/m² touche les terrains de l'autre côté de l'avenue. Il s'agit de terrains à vocation industrielle dédié à ce jour au projet de Trammell Crow, CORE 2.

Pour les cellules 1 et 3 :

- Le flux de 5 kW/m² le chemin longeant la limite de propriété au nord-est
- Le flux de 3 kW/m² touche l'autoroute située à une vingtaine de mètres.

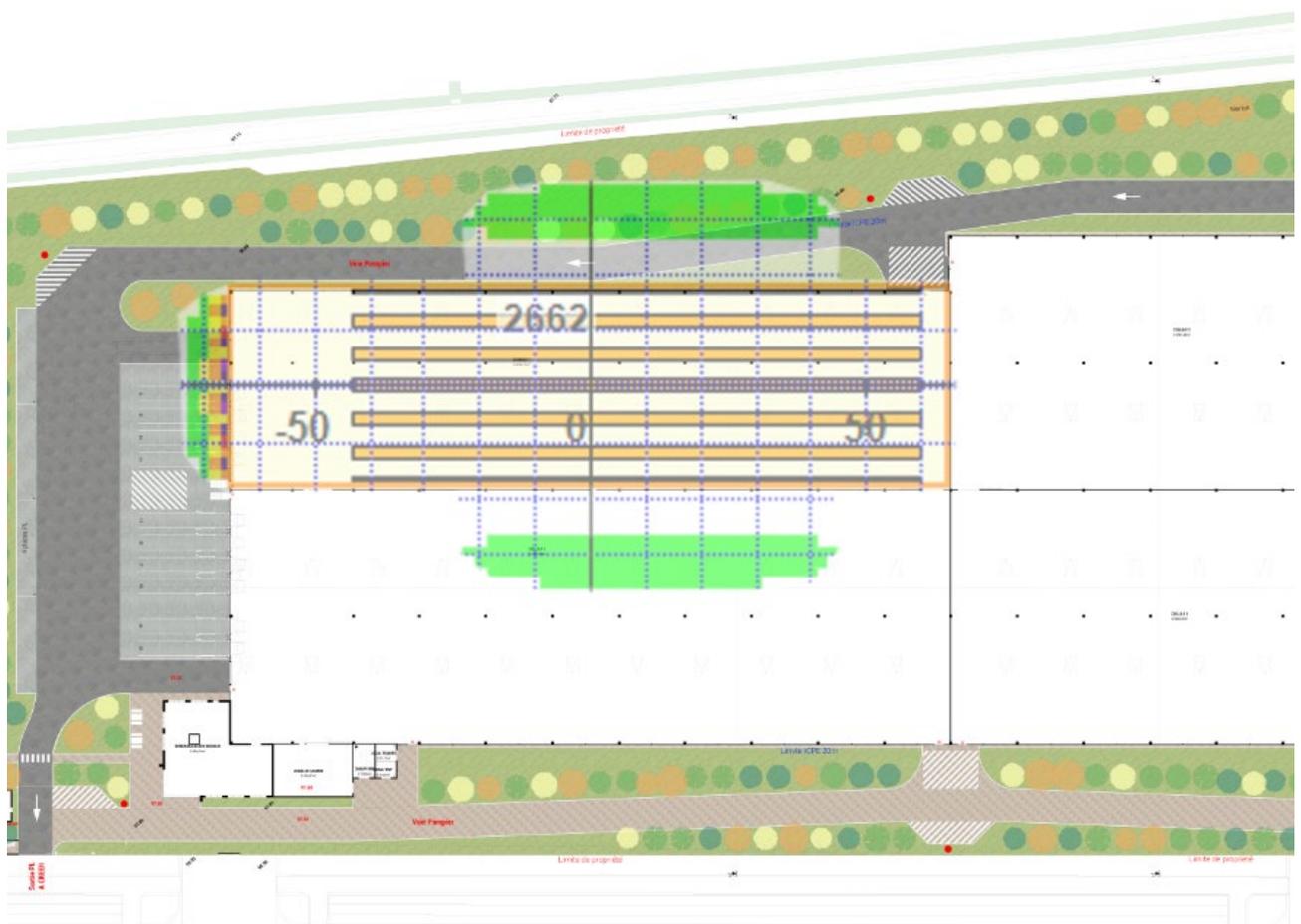
La réglementation n'autorise pas le flux de 3 kW/m² à toucher les routes à grande circulation. De fait, la hauteur de stockage des matières plastiques « 2662 » doit être réduite. Elle sera limitée à 4 niveaux de stockage, soit 8 m. Dans ces conditions, les résultats sont détaillés dans les pages qui suivent.

Rubrique 2662 : Matières plastiques ou polymères purs

Cellule	Façade	Flux rayonnés				
		20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
1	Nord-est (ETh)	na	na	na	na	18 m
	Nord-Ouest (quais)	na	na	5 m	5 m	10 m
3	Nord-ouest (ETh)	na	na	na	na	22 m
	Nord-est (quais)	na	na	5 m	5 m	10 m

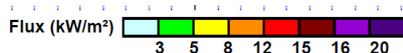
na : non atteint

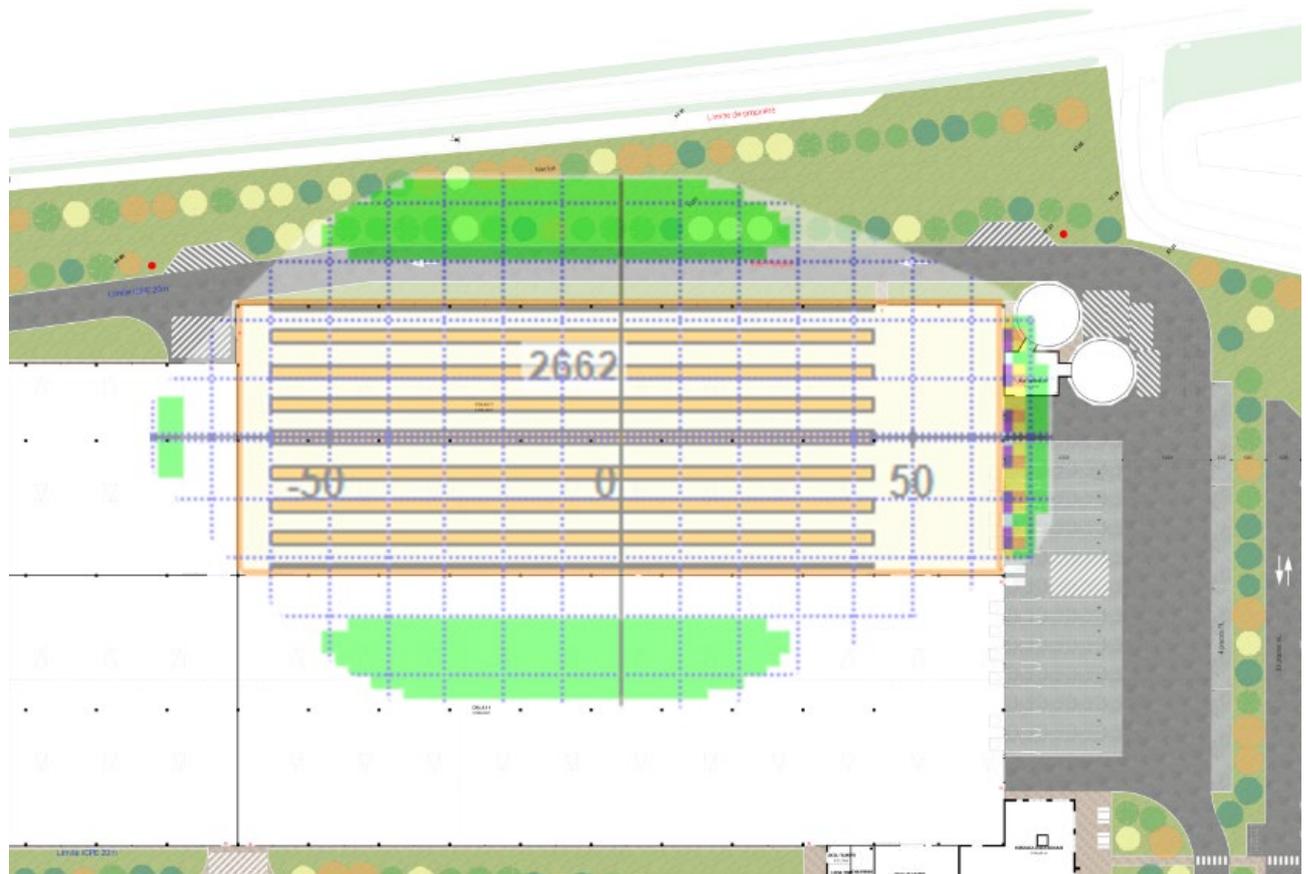
ETh : écran thermique REI120.



Cellule 1 : Zones d'effets thermiques : palette type 2662
Stockage = 8 m

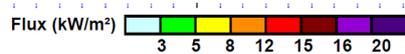
Légende :





Cellule 3 : Zones d'effets thermiques : palette type 2662
Stockage = 8 m

Légende :



Dans ces conditions, le flux de 3 kW/m² et plus ne dépassent pas des limites de propriété.

3. Conclusion

La hauteur de stockage peut se faire sur 11,7 m sauf en cellule 1 et 3 (côté autoroute) pour les matières plastiques classées 2662. Dans ce cas, la hauteur de stockage sera limitée à 8 m.

Dans ces conditions, la situation est conforme aux contraintes définies par l'article 2 de l'annexe II de l'arrêté du 11/04/2017 à savoir :

Pour les installations soumises à enregistrement ou à autorisation, les parois extérieures de l'entrepôt (ou les éléments de structure dans le cas d'un entrepôt ouvert) sont suffisamment éloignées :

- des limites de site, d'une distance correspondant aux effets thermiques de 8 kW/m², cette disposition est applicable aux installations nouvelles dont le dépôt du dossier complet d'enregistrement ou d'autorisation est postérieur au 1er janvier 2021.

- des constructions à usage d'habitation, des immeubles habités ou occupés par des tiers et des zones destinées à l'habitation, à l'exclusion des installations connexes à l'entrepôt, et des voies de circulation autres que celles nécessaires à la desserte ou à l'exploitation de l'entrepôt, d'une distance correspondant aux effets létaux en cas d'incendie (seuil des effets thermiques de 5 kW/m² ;

- des immeubles de grande hauteur, des établissements recevant du public (ERP) autres que les guichets de dépôt et de retrait des marchandises « et les autres ERP de 5e catégorie, nécessaires au fonctionnement de l'entrepôt » conformes aux dispositions du point 4. de la présente annexe sans préjudice du respect de la réglementation en matière d'ERP, des voies ferrées ouvertes au trafic de voyageurs, des voies d'eau ou bassins exceptés les bassins de rétention ou d'infiltration d'eaux pluviales et de réserve d'eau incendie, et des voies routières à grande circulation autres que celles nécessaires à la desserte ou à l'exploitation de l'entrepôt, d'une distance correspondant aux effets irréversibles en cas d'incendie (seuil des effets thermiques de 3kW/m².

4. Risque de propagation à plusieurs cellules

La durée de l'incendie pour chacune des cellule est calculée par Flumilog . Les résultats sont les suivants :

	Stockage 1510	Stockage 2662
Cellule1	135 min	98 min
Cellules 2, 3 et 4	131 min	98 min

Dans le cas d'un stockage de matières plastiques assimilés à une palette type 2662, la durée de l'incendie d'une cellule est inférieure à la durée de tenue au feu du mur séparatif (120 min). La propagation d'une cellule à l'autre est donc écartée.

Dans le cas d'un stockage de matières combustibles de type 1510, bien que la durée de l'incendie soit légèrement supérieure à la durée de tenue au feu du mur, le risque de propagation est écarté. En effet, selon le document « FAQ-propagation_v2.pdf » disponible sur le site Flumilog.fr, dans le cas d'un stockage 1510, la propagation peut être écartée pour une cellule :

- de moins de 12 000 m² ;
- de moins de 23 m de hauteur ;
- pourvue d'une toiture ayant une résistance au feu de moins de 30 min ;
- avec un stockage composé de simples et doubles-racks.

ANNEXES

Note de calcul FLUMILOG

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.6

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	IRb
Société :	Trammel Crow
Nom du Projet :	TC_CORE3_C1_1510
Cellule :	C1 1510
Commentaire :	11,7
Création du fichier de données d'entrée :	19/01/2023 à 16:12:52 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	19/1/23

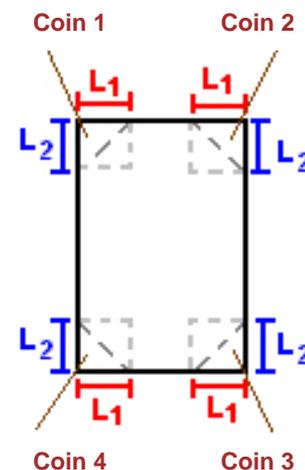
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

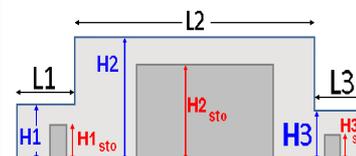
Hauteur de la cible : **1,8 m**

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :1510				
Longueur maximum de la cellule (m)		36,0		
Largeur maximum de la cellule (m)		130,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)		13,7		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	



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



Toiture

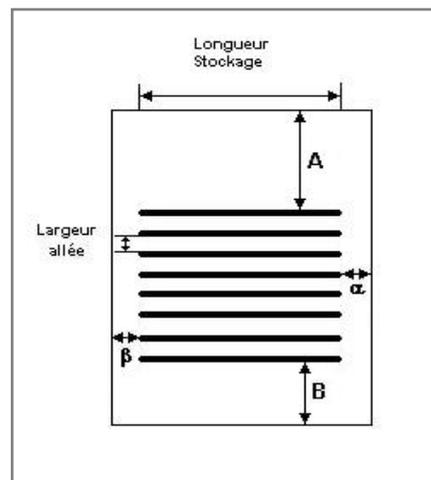
Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallicque multicouches
Nombre d'exutoires	16
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Stockage de la cellule : 1510

Nombre de niveaux	5
Mode de stockage	Rack

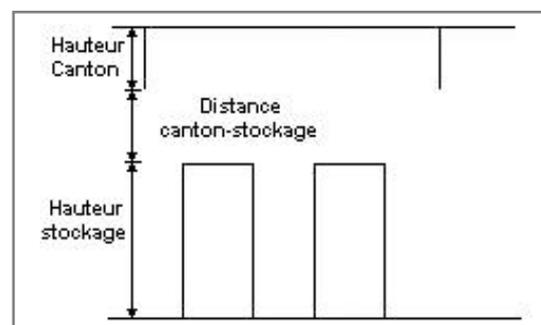
Dimensions

Longueur de stockage	103,0 m
Déport latéral A	0,0 m
Déport latéral B	0,0 m
Longueur de préparation a	5,0 m
Longueur de préparation b	22,0 m
Hauteur maximum de stockage	11,7 m
Hauteur du canton	2,0 m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	0,0 m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 2
Nombre de double racks	5
Largeur d'un double rack	2,5 m
Nombre de racks simples	2
Largeur d'un rack simple	1,3 m
Largeur des allées entre les racks	3,5 m



Palette type de la cellule 1510

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Nom de la palette :	Palette type 1510	Poids total de la palette : Par défaut

Composition de la Palette (Masse en kg)

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

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

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

Données supplémentaires

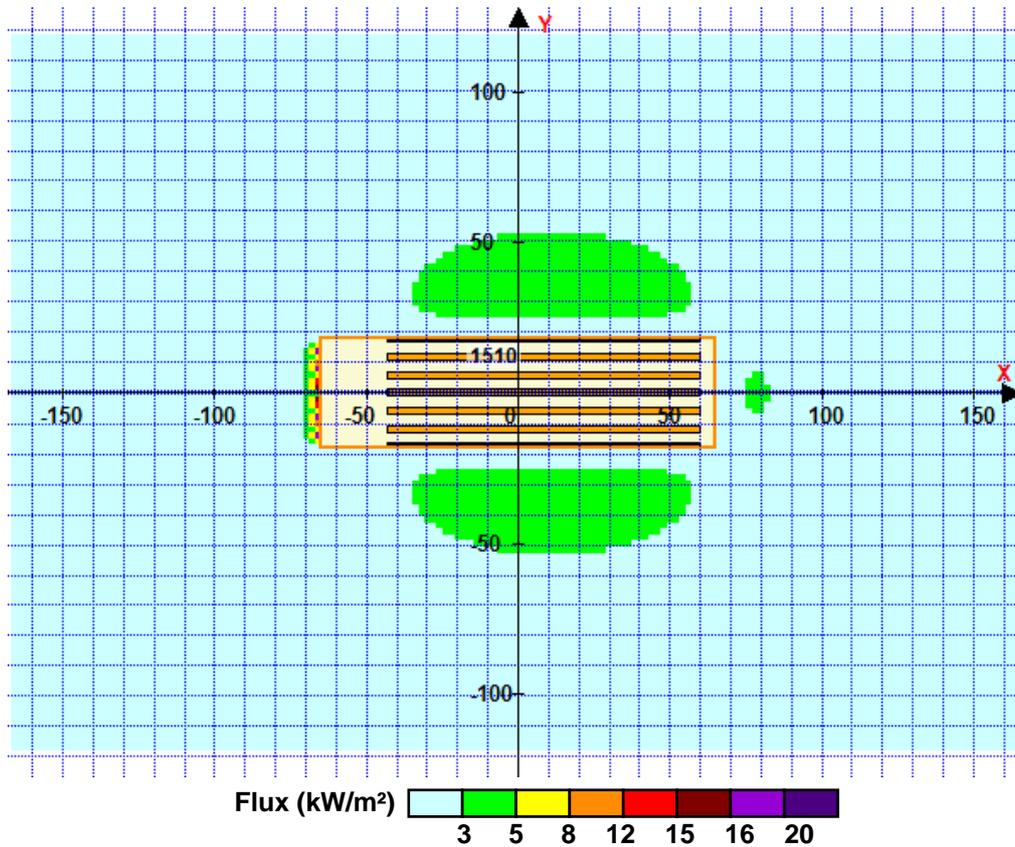
Durée de combustion de la palette :	45,0 min
Puissance dégagée par la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 1510 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1525,0 kW	

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : 1510

Durée de l'incendie dans la cellule : 1510 135,0 min

Distance d'effets des flux maximum



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

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.6

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	IRb
Société :	Trammel Crow
Nom du Projet :	TC_CORE3_C1_2662
Cellule :	C1 2662
Commentaire :	11,7
Création du fichier de données d'entrée :	19/01/2023 à 16:13:37 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	19/1/23

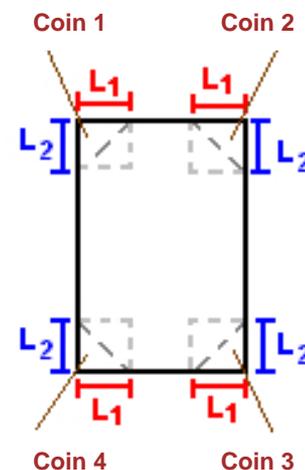
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

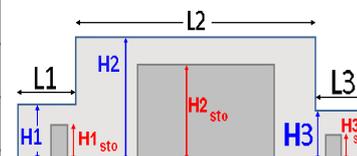
Hauteur de la cible : **1,8 m**

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :2662				
Longueur maximum de la cellule (m)		36,0		
Largeur maximum de la cellule (m)		130,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)		13,7		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	



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



Toiture

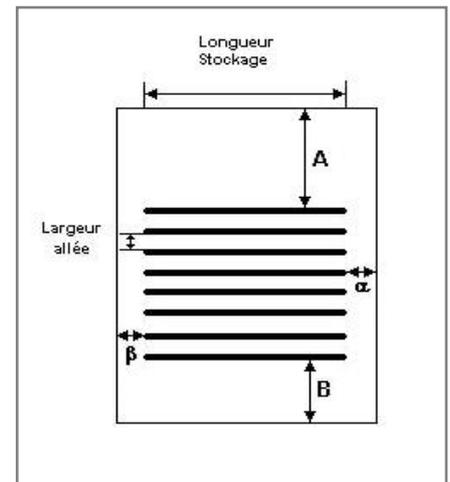
Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	16
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Stockage de la cellule : 2662

Nombre de niveaux	5
Mode de stockage	Rack

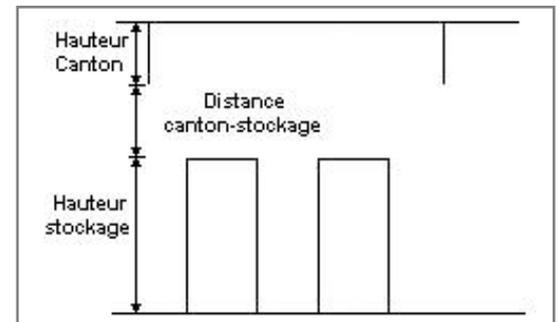
Dimensions

Longueur de stockage	103,0 m
Déport latéral A	0,0 m
Déport latéral B	0,0 m
Longueur de préparation a	5,0 m
Longueur de préparation b	22,0 m
Hauteur maximum de stockage	11,7 m
Hauteur du canton	2,0 m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	0,0 m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 2
Nombre de double racks	5
Largeur d'un double rack	2,5 m
Nombre de racks simples	2
Largeur d'un rack simple	1,3 m
Largeur des allées entre les racks	3,5 m



Palette type de la cellule 2662

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Nom de la palette :	Palette type 2662	Poids total de la palette : Par défaut

Composition de la Palette (Masse en kg)

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

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

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

Données supplémentaires

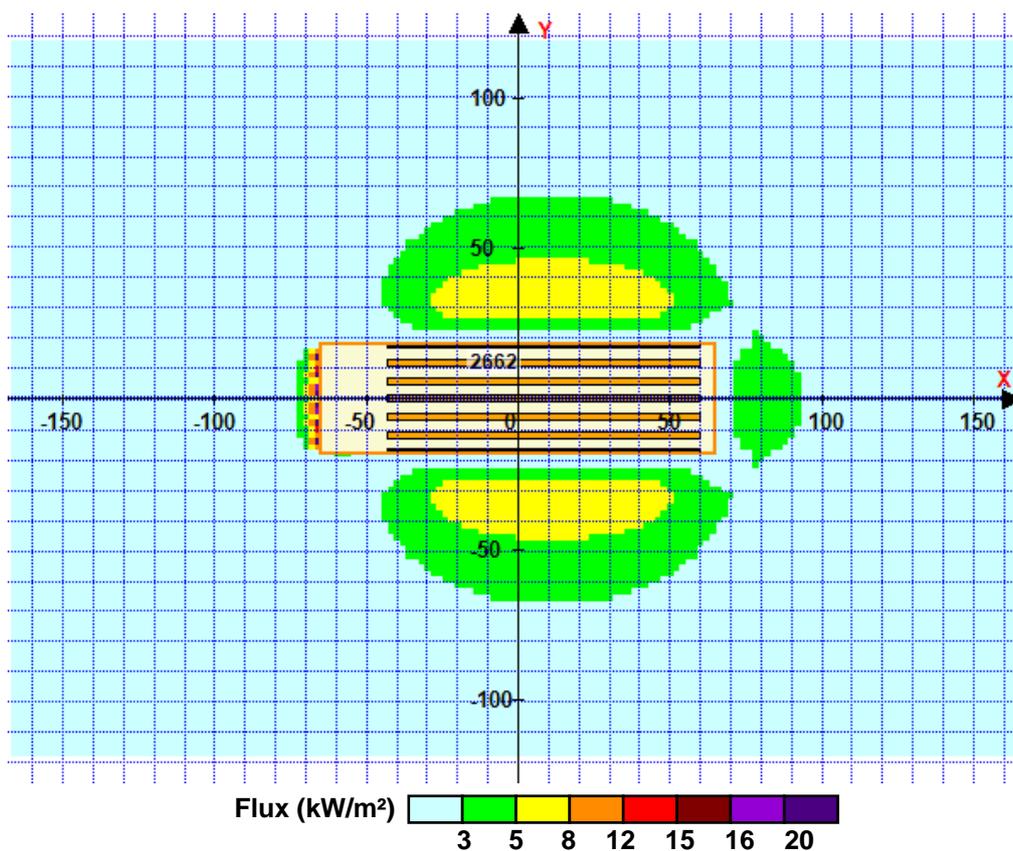
Durée de combustion de la palette :	45,0 min
Puissance dégagée par la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Rappel :	les dimensions standards d'une Palette type 2662 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1875,0 kW

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : 2662

Durée de l'incendie dans la cellule : 2662 100,0 min

Distance d'effets des flux maximum



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

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.6

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	IRb
Société :	Trammel Crow
Nom du Projet :	TC_CORE3_C1_2662b
Cellule :	C1 2662
Commentaire :	11,7
Création du fichier de données d'entrée :	19/01/2023 à 18:36:25 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	19/1/23

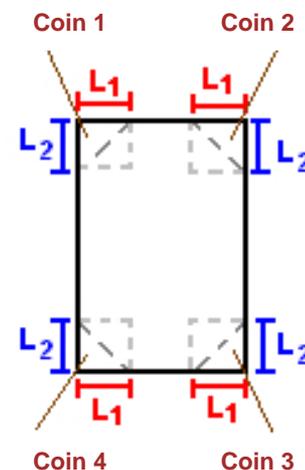
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

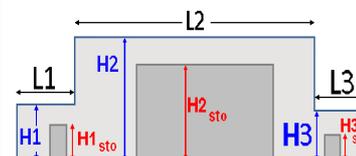
Hauteur de la cible : **1,8** m

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :2662				
Longueur maximum de la cellule (m)		36,0		
Largeur maximum de la cellule (m)		130,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)		13,7		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	



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



Toiture

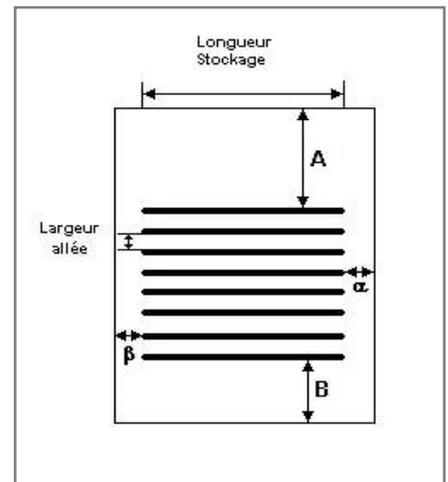
Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	16
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Stockage de la cellule : 2662

Nombre de niveaux	4
Mode de stockage	Rack

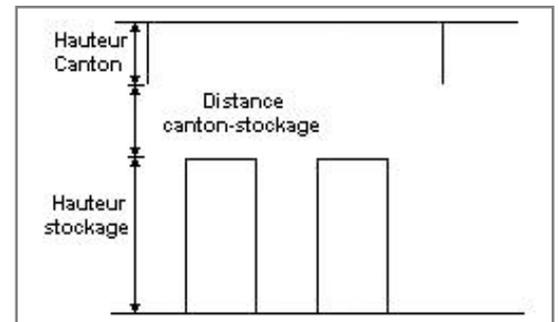
Dimensions

Longueur de stockage	103,0 m
Déport latéral A	0,0 m
Déport latéral B	0,0 m
Longueur de préparation a	5,0 m
Longueur de préparation b	22,0 m
Hauteur maximum de stockage	8,0 m
Hauteur du canton	2,0 m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	3,7 m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 2
Nombre de double racks	5
Largeur d'un double rack	2,5 m
Nombre de racks simples	2
Largeur d'un rack simple	1,3 m
Largeur des allées entre les racks	3,5 m



Palette type de la cellule 2662

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Nom de la palette :	Palette type 2662	Poids total de la palette : Par défaut

Composition de la Palette (Masse en kg)

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

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

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

Données supplémentaires

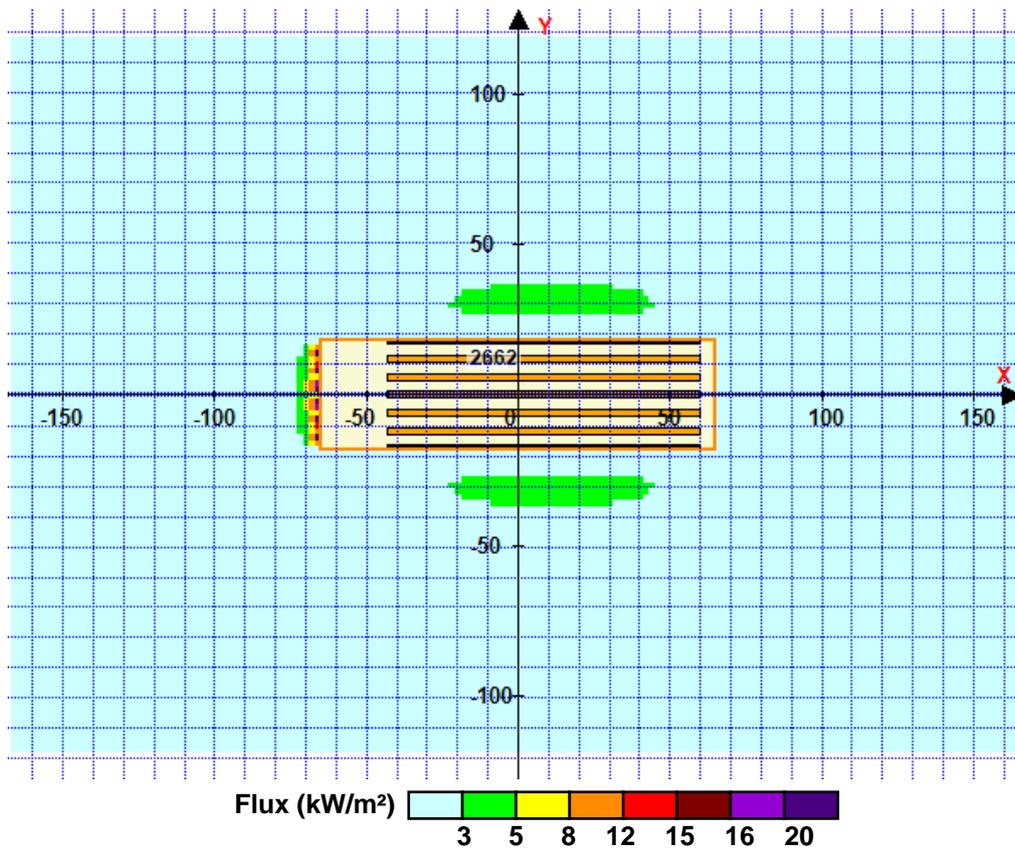
Durée de combustion de la palette :	45,0 min
Puissance dégagée par la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 2662 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1875,0 kW	

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : 2662

Durée de l'incendie dans la cellule : 2662 90,0 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.

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.6

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	IRb
Société :	Trammel Crow
Nom du Projet :	TC_CORE3_C3_1510
Cellule :	C3 1510
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	19/01/2023 à 16:15:14 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	19/1/23

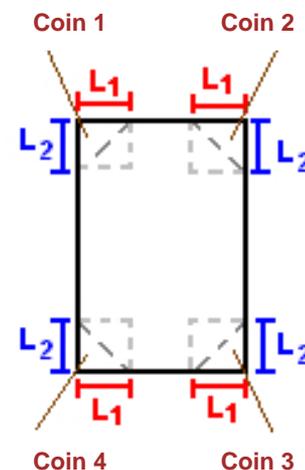
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

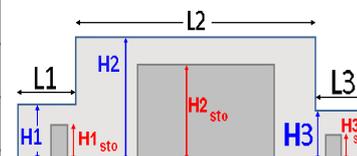
Hauteur de la cible : **1,8 m**

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :1510				
Longueur maximum de la cellule (m)		46,0		
Largeur maximum de la cellule (m)		130,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)		13,7		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	



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



Toiture

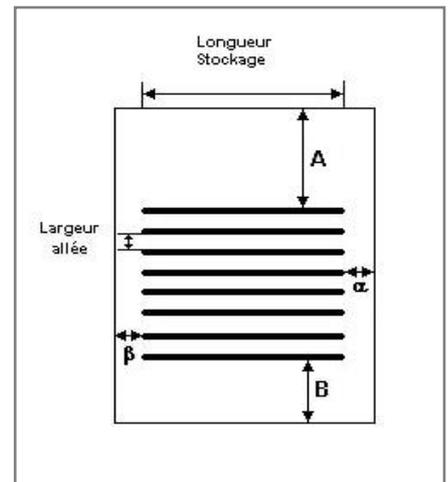
Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallicque multicouches
Nombre d'exutoires	20
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Stockage de la cellule : 1510

Nombre de niveaux	5
Mode de stockage	Rack

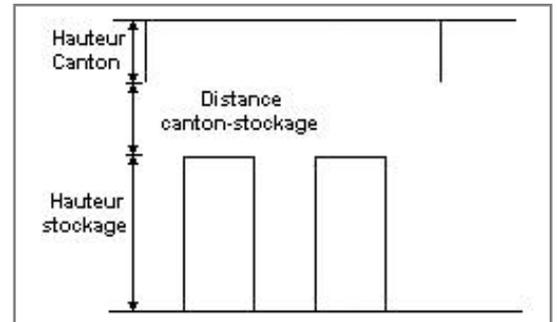
Dimensions

Longueur de stockage	103,0 m
Déport latéral A	0,0 m
Déport latéral B	0,0 m
Longueur de préparation a	22,0 m
Longueur de préparation b	5,0 m
Hauteur maximum de stockage	11,7 m
Hauteur du canton	2,0 m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	0,0 m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 2
Nombre de double racks	7
Largeur d'un double rack	2,5 m
Nombre de racks simples	2
Largeur d'un rack simple	1,3 m
Largeur des allées entre les racks	3,3 m



Palette type de la cellule 1510

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Nom de la palette :	Palette type 1510	Poids total de la palette : Par défaut

Composition de la Palette (Masse en kg)

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

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

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

Données supplémentaires

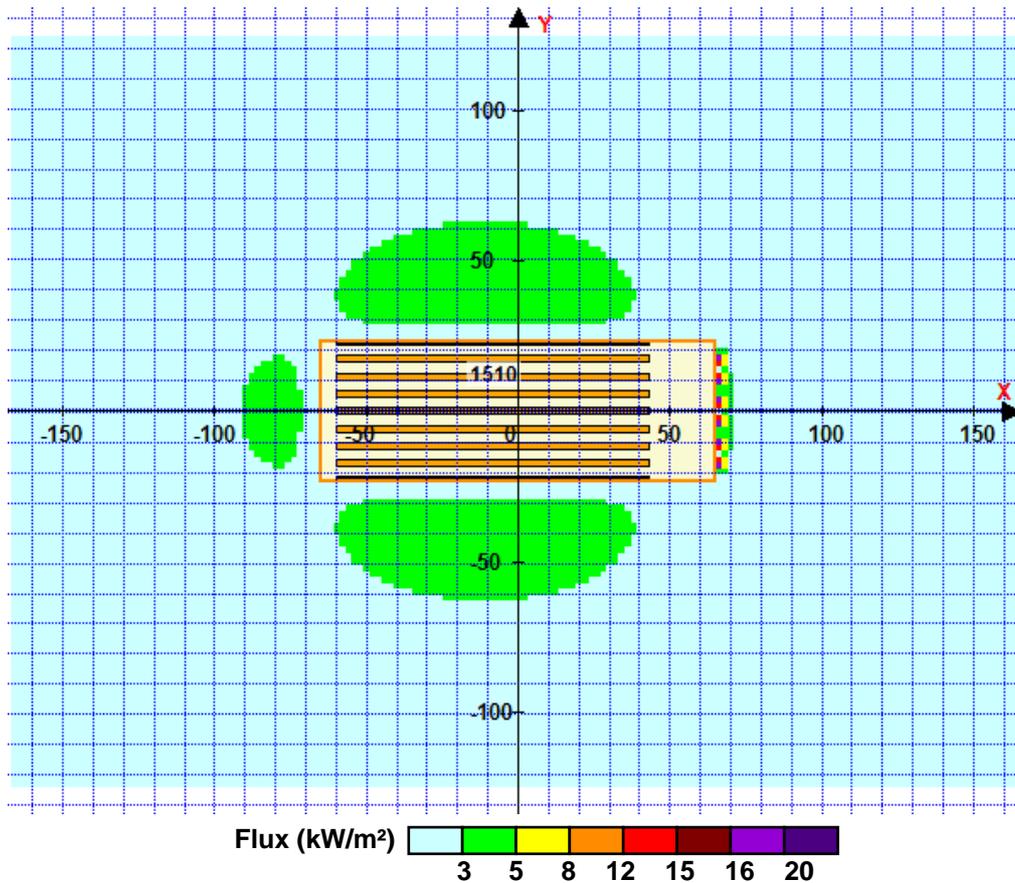
Durée de combustion de la palette :	45,0 min
Puissance dégagée par la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 1510 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1525,0 kW	

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : 1510

Durée de l'incendie dans la cellule : 1510 137,0 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.

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.6

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	IRb
Société :	Trammel Crow
Nom du Projet :	TC_CORE3_C3_2662
Cellule :	C3 2662
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	19/01/2023 à 16:15:37 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	19/1/23

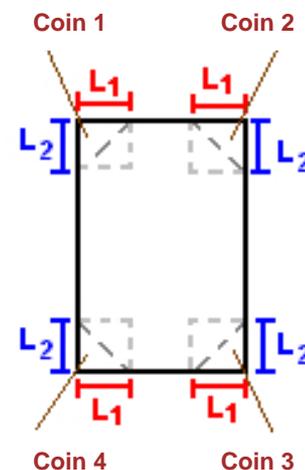
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

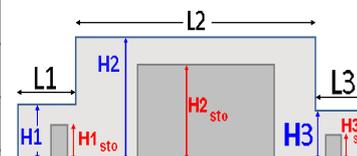
Hauteur de la cible : **1,8 m**

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :2662				
Longueur maximum de la cellule (m)		46,0		
Largeur maximum de la cellule (m)		130,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)		13,7		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	



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



Toiture

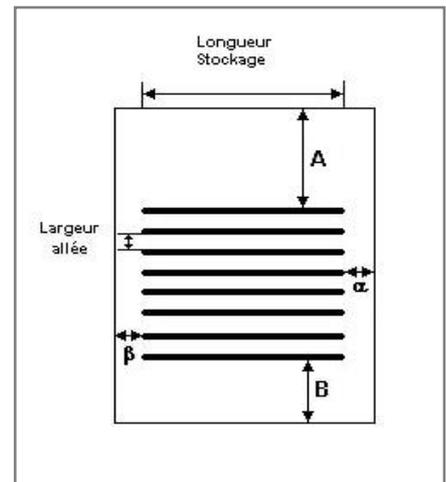
Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	20
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Stockage de la cellule : 2662

Nombre de niveaux	5
Mode de stockage	Rack

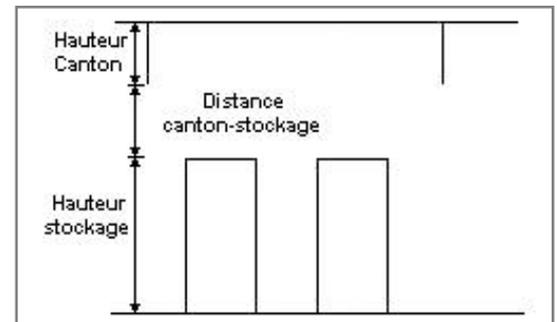
Dimensions

Longueur de stockage	103,0 m
Déport latéral A	0,0 m
Déport latéral B	0,0 m
Longueur de préparation a	22,0 m
Longueur de préparation b	5,0 m
Hauteur maximum de stockage	11,7 m
Hauteur du canton	2,0 m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	0,0 m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 2
Nombre de double racks	7
Largeur d'un double rack	2,5 m
Nombre de racks simples	2
Largeur d'un rack simple	1,3 m
Largeur des allées entre les racks	3,3 m



Palette type de la cellule 2662

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Nom de la palette :	Palette type 2662	Poids total de la palette : Par défaut

Composition de la Palette (Masse en kg)

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

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

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

Données supplémentaires

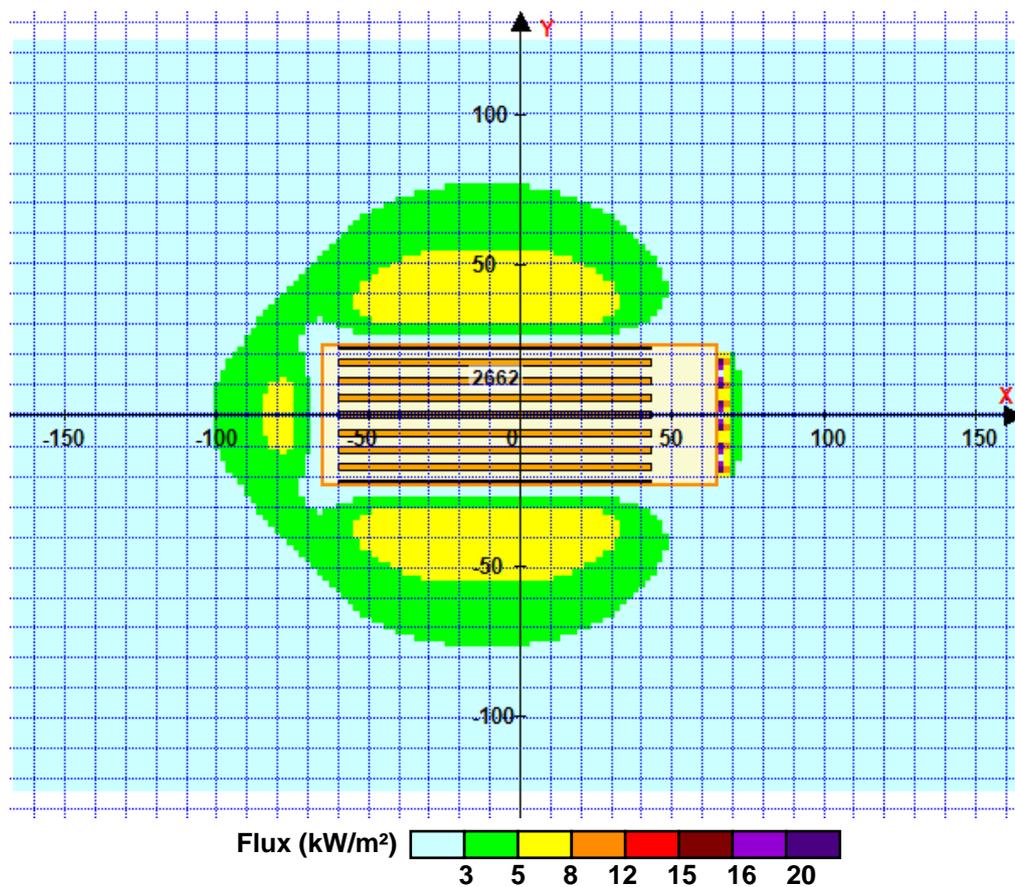
Durée de combustion de la palette :	45,0 min
Puissance dégagée par la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 2662 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1875,0 kW	

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : 2662

Durée de l'incendie dans la cellule : 2662 102,0 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.

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.6

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	IRb
Société :	Trammel Crow
Nom du Projet :	TC_CORE3_C3_2662b
Cellule :	C3 2662
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	19/01/2023 à 18:37:06 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	19/1/23

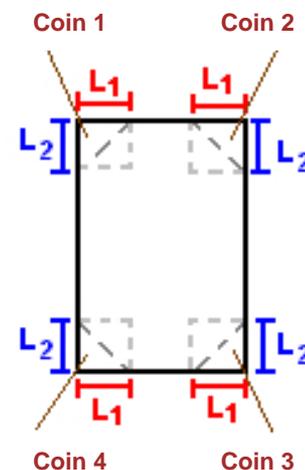
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

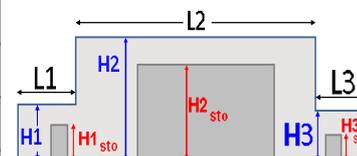
Hauteur de la cible : **1,8 m**

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :2662				
Longueur maximum de la cellule (m)		46,0		
Largeur maximum de la cellule (m)		130,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)		13,7		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	



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

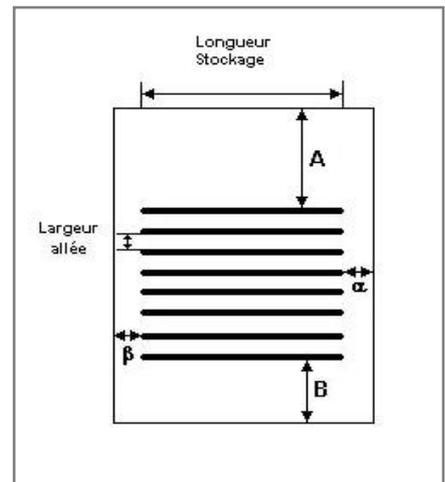


Toiture

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

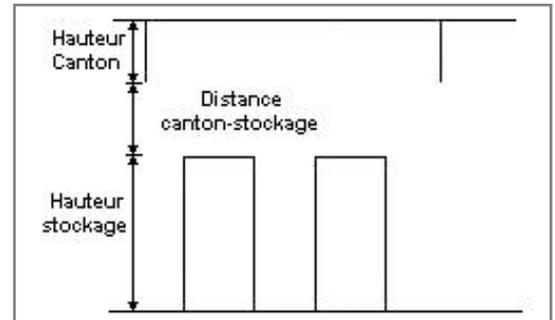
Stockage de la cellule : 2662

Nombre de niveaux	4
Mode de stockage	Rack
Dimensions	
Longueur de stockage	103,0 m
Déport latéral A	0,0 m
Déport latéral B	0,0 m
Longueur de préparation a	22,0 m
Longueur de préparation b	5,0 m
Hauteur maximum de stockage	8,0 m
Hauteur du canton	2,0 m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	3,7 m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 2
Nombre de double racks	7
Largeur d'un double rack	2,5 m
Nombre de racks simples	2
Largeur d'un rack simple	1,3 m
Largeur des allées entre les racks	3,3 m



Palette type de la cellule 2662

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Nom de la palette :	Palette type 2662	Poids total de la palette : Par défaut

Composition de la Palette (Masse en kg)

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

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

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

Données supplémentaires

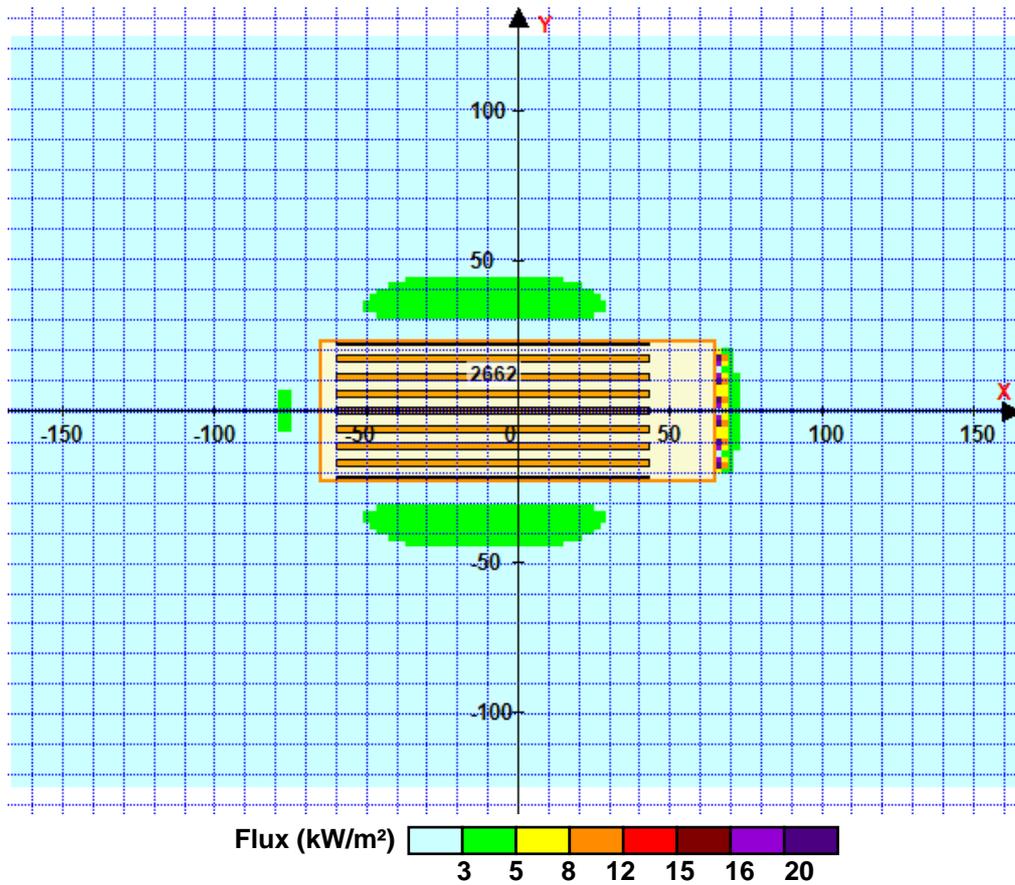
Durée de combustion de la palette :	45,0 min
Puissance dégagée par la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Rappel :	les dimensions standards d'une Palette type 2662 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1875,0 kW

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : 2662

Durée de l'incendie dans la cellule : 2662 91,0 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.

PJ n°2bis - Annexe 04

Note sur le désenfumage

Le désenfumage des cellules de stockage sera conforme à l'arrêté du 11/04/2017.

Les cellules de stockage sont divisées en cantons de désenfumage d'une superficie maximale de 1 650 mètres carrés et d'une longueur maximale de 60 mètres. Chaque écran de cantonnement est stable au feu de degré un quart d'heure, et a une hauteur minimale de 1 mètre.

La surface utile de l'ensemble des exutoires n'est pas inférieure à 2 % de la superficie de chaque canton de désenfumage.

Des amenées d'air frais d'une superficie au moins égale à la surface utile des exutoires du plus grand canton, cellule par cellule. Les amenées d'air sont constituées des portes de quais en façade.

Le tableau qui suit indique pour chaque cellule la surface des cantons, de désenfumage et d'amenée d'air.

Cellule	Canton	Surface (m ²)	Désenfumage nécessaire (2%)	Nombre de dômes	Surface utile réelle	Amenée d'air nécessaire	Surface des portes de quais
Cellule 1	1-1	1549	30,98 m ²	7	32,34 m ²	36,96	45 m²
	1-2	1644	32,88 m ²	8	36,96 m ²		
	1-3	1587	31,74 m ²	7	32,34 m ²		
Cellule 2	2-1	166	3,32 m ²	7	32,34 m ²	23,1	45 m²
	2-2	1108	22,16 m ²	5	23,1 m ²		
	2-3	1108	22,16 m ²	5	23,1 m ²		
	2-4	1108	22,16 m ²	5	23,1 m ²		
	2-54	1103	22,06 m ²	5	23,1 m ²		
Cellule 3	3-1	1107	22,14 m ²	5	23,1 m ²	32,34	54 m²
	3-2	1107	22,14 m ²	5	23,1 m ²		
	3-3	1107	22,14 m ²	5	23,1 m ²		
	3-4	1107	22,14 m ²	5	23,1 m ²		
	3-5	1609	32,18 m ²	7	32,34 m ²		
Cellule 4	4-1	1103	22,06 m ²	5	23,1 m ²	32,34	54 m²
	4-2	1108	22,16 m ²	5	23,1 m ²		
	4-3	1108	22,16 m ²	5	23,1 m ²		
	4-5	1108	22,16 m ²	5	23,1 m ²		
		1600	32 m ²	7	32,34 m ²		

PJ n°2bis - Annexe 05

Calculs des besoins en eau incendie et en rétention

Instructions techniques D9 et D9a

Les besoins en eau incendie sont calculés selon le guide pratique D9 établi par le CNPP et la FFSA (version juin 2020) en collaboration avec les ministères de l'intérieur et de la transition écologique.



Les besoins en rétention ont été calculés selon le guide pratique D9A établi par le CNPP et la FFSA (version juin 2020) en collaboration avec les ministères de l'intérieur et de la transition écologique.



Les besoins en eau et en rétention ont été réalisés pour la plus grande cellule :



Calcul des besoins en eaux d'extinction incendie

Instruction technique D9 (version juin 2020)

Date : 17-janv.-23
Affaire : Trammel AuxR
Cellule : CORE3

Données d'entrée :

Surface :	5 968	m ²
hauteur de stockage :	11,7	m
Stabilité au feu :	60	min
R :		
Matériaux aggravants (*) :	(O/N)	o
accueil 24h/24 :	(O/N)	n
Détection incendie :	(O/N)	o
Service de sécurité incendie :	(O/N)	n
Catégorie de risque :		2
Sprinklage :	(O/N)	o

CRITERE	COEFFICIENTS ADDITIONNELS	COEFFICIENTS RETENUS POUR LE CALCUL
HAUTEUR DE STOCKAGE		
jusqu'à 3 m	0	
jusqu'à 8 m	+ 0,1	
jusqu'à 12 m	+ 0,2	0,20
jusqu'à 30 m	+ 0,5	
jusqu'à 40 m	+ 0,7	
au-delà de 40 m	+ 0,8	
TYPE DE CONSTRUCTION		
ossature stable au feu >= R60	- 0,1	
ossature stable au feu >= R30	0	-0,1
ossature stable au feu < R30	+ 0,1	
MATERIAUX AGRAVANTS	+ 0,1	0,1
TYPE D'INTERVENTION INTERNE		
accueil 24h/24	- 0,1	0,0
DAI généralisé 24h/24, 7J/7	- 0,1	-0,1
service de sécurité incendie	- 0,3	0,0
SURFACE DE REFERENCE		5968 m ²
CATEGORIE DE RISQUE		
Risque faible	0,5	
Risque 1	1	1,5
Risque 2	1,5	
Risque 3	2	
RISQUE SPRINKLE		
oui	0,5	0,5
non	1	
Débit théorique		295 m³/h

Débit nécessaire : 300 m³/h

Les besoins en eau s'élèvent à 300 m³/h.

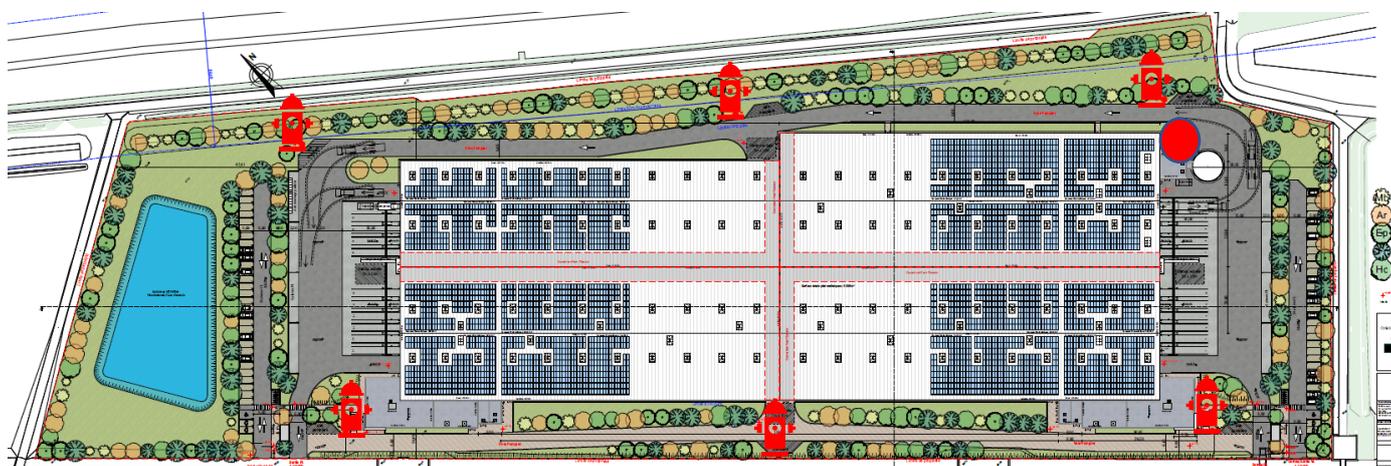
Ils sont assurés par un réseau autonome interne au site logistique.

Ce réseau compte 6 poteaux incendie .

Il est alimenté à partir d'une cuve de réserve d'eau de 600 m³ par une motopompe diésel.

Chaque poteau est desservi par une aire de stationnement pour les engins de 4x 8 m.

Ce réseau assure ainsi le débit et le volume nécessaire pour 2 heures d'intervention.





Calcul des besoins en rétention des eaux d'extinction incendie

Instruction technique D9a

Date : 17-janv.-23
Affaire : Trammel AuxR
Cellule : CORE3

Données d'entrées		
Débit D9	300	m3/h
Volume spk	600	m3
Débit rideau d'eau	0	m3/min
Débit additifs	0	m3/min
Volume colonnes sèches	0	m3
Surface voirie	10261,8	m ²
Surface cellule	5 968	m ²
Volume de liquides stockés	0	m3

Besoins pour la lutte extérieure		Résultat document D9 : (Besoins x 2 heures au minimum)	600
Moyens de lutte intérieure contre l'incendie	Sprinkleurs	volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maxi de fonctionnement	600
	Rideau d'eau	besoins x 90 mn	+
	RIA	A négliger	0
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage (en gal. 15 -25 mn)	+
	Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis	0
	Volumes d'eau liés aux intempéries		10 l/m ² de surface de drainage
Présence stock de liquides		20% du volume de liquide stocké	0
		Total :	1362,298
		Volume de rétention nécessaire =	1362,298 m³

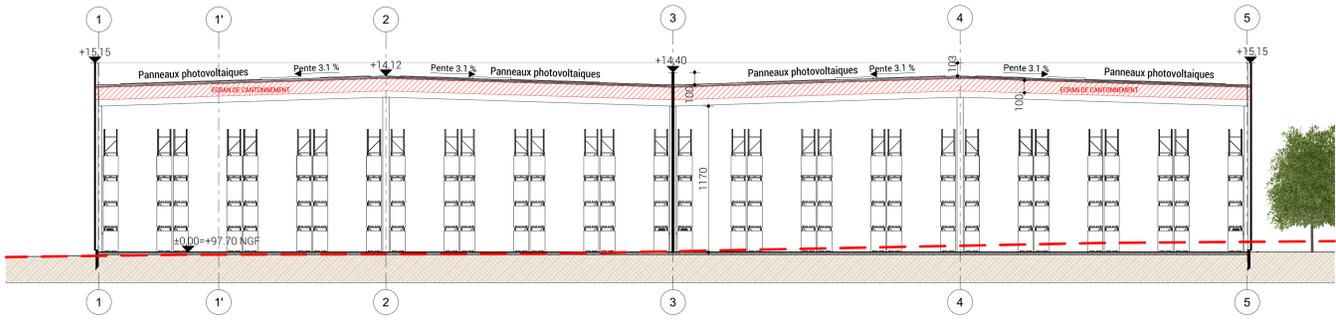
Le volume d'effluents à retenir est de 1 362 m³ minimum.

En fonctionnement normal, les eaux pluviales de la cour camion et de voirie sont dirigées par le réseau EP vers le séparateur à hydrocarbures puis les bassins étanches.

En cas d'incendie, la pompe de relevage située avant le rejet dans le réseau public est coupée stoppant l'écoulement des effluents pollués vers le réseau public. Les eaux incendie sont retenues dans les bassins étanches.

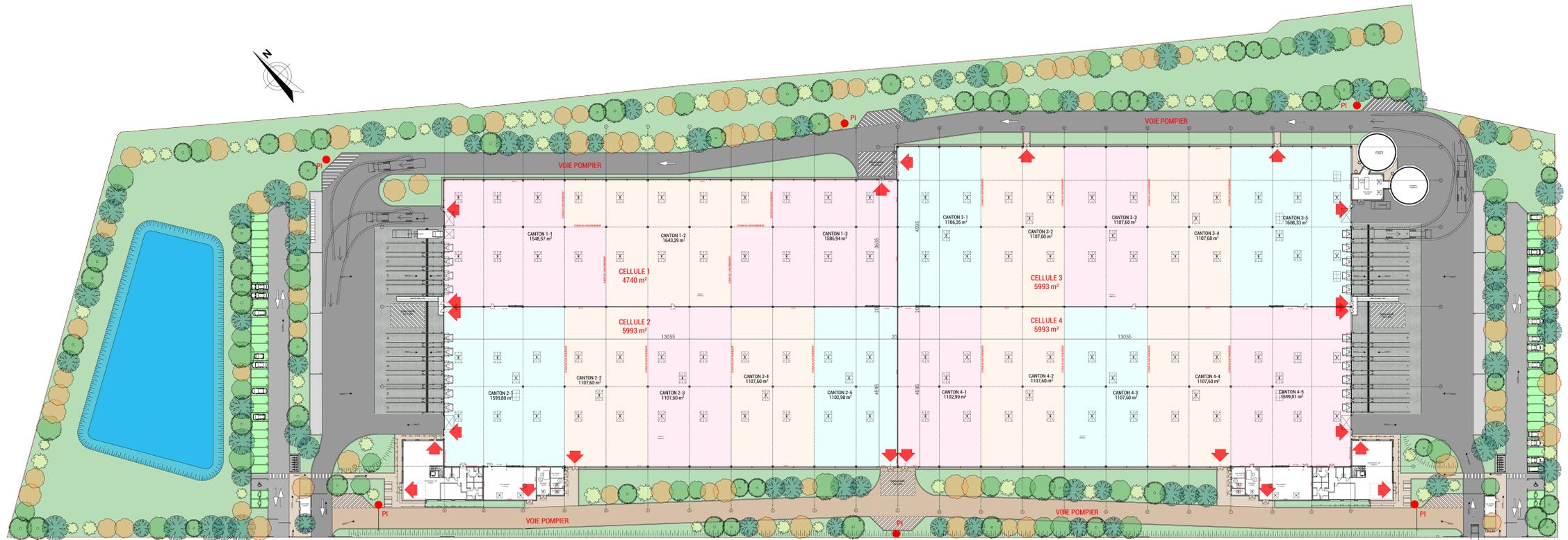
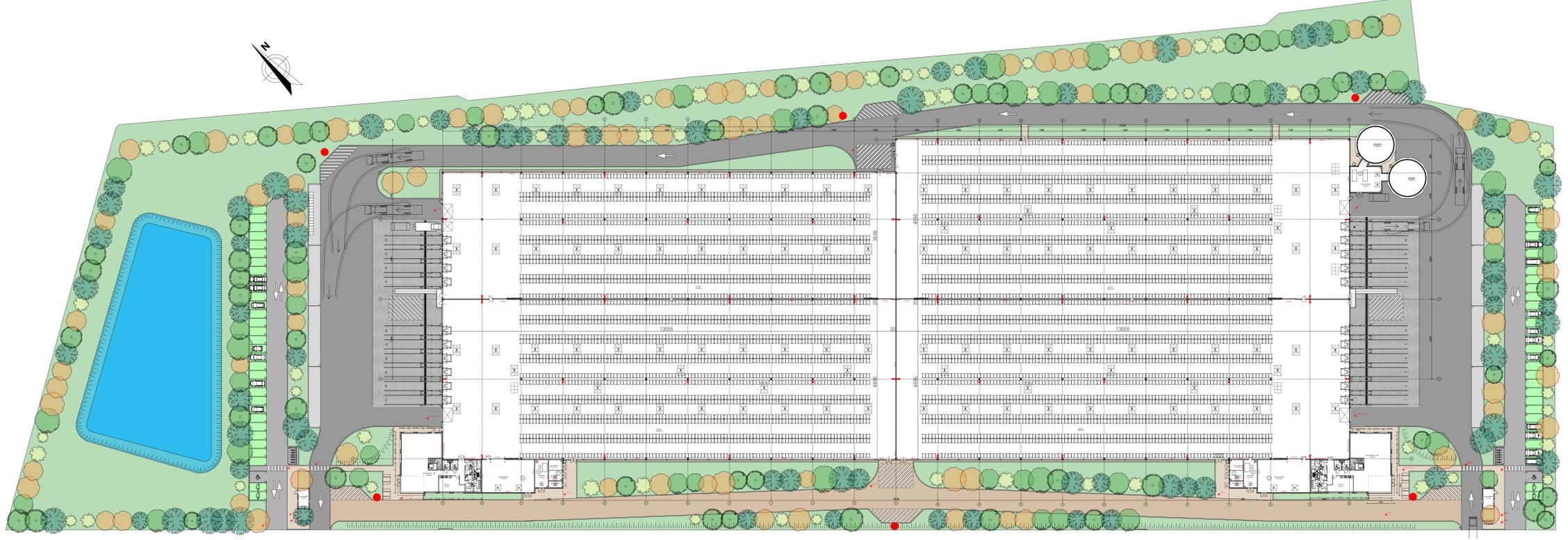
PJ n°2bis - Annexe 06

Plan de sécurité



Coupe sur écran de cantonnement Ech 1/200

DESENFUMAGE ET ECLAIREMENT ZENITAL		Dimensions		SUE	SGO	Lanternaux de désenfumage CO2 avec costière tôlée isolée, grille en sous face et détecteur					
Lanternaux	Désenfumage (DES)	2,00 x 3,00	4,62 m²	6,00 m²	Lanternaux fixe avec costière tôlée isolée						
	Zénithaux (ZEN)	2,00 x 3,00	6,00 m²								
		DESENFUMAGE			ECLAIREMENT			TOTAL			
LOCALISATION	CANTONS	SURFACES	THEORIQUE		PROJET		THEORIQUE		PROJET		
			DES > 2% SUE	Nb Ltx DES	Nb Ltx DES	Total SUE	ZEN >4% SGO	Surf façade polycarbonate	Nb Ltx ZEN A prévoir en + du désenfumage	Nb Ltx ZEN	Nb Ltx DES + ZEN
CELLULE 1	1-1	1549 m²	30,98 m²	> 7 u	7 u	32,34 m²	191 m²	60 m²	> 0 u	0 u	
	1-2	1644 m²	32,88 m²	> 8 u	8 u	36,96 m²					
	1-3	1587 m²	31,74 m²	> 7 u	7 u	32,34 m²					
	2-1	1600 m²	32,00 m²	> 7 u	7 u	32,34 m²					
	2-2	1108 m²	22,16 m²	> 5 u	5 u	23,10 m²					
CELLULE 2	2-3	1108 m²	22,16 m²	> 5 u	5 u	23,10 m²	241 m²	76 m²	> 1 u	1 u	
	2-4	1108 m²	22,16 m²	> 5 u	5 u	23,10 m²					
	2-5	1103 m²	22,06 m²	> 5 u	5 u	23,10 m²					
	3-1	1107 m²	22,14 m²	> 5 u	5 u	23,10 m²					
	3-2	1107 m²	22,14 m²	> 5 u	5 u	23,10 m²					
CELLULE 3	3-3	1107 m²	22,14 m²	> 5 u	5 u	23,10 m²	241 m²	60 m²	> 3 u	3 u	> 107 u
	3-4	1107 m²	22,14 m²	> 5 u	5 u	23,10 m²					
	3-5	1609 m²	32,18 m²	> 7 u	7 u	32,34 m²					
	4-1	1103 m²	22,06 m²	> 5 u	5 u	23,10 m²					
	4-2	1108 m²	22,16 m²	> 5 u	5 u	23,10 m²					
CELLULE 4	4-3	1108 m²	22,16 m²	> 5 u	5 u	23,10 m²	241 m²	76 m²	> 1 u	1 u	
	4-4	1108 m²	22,16 m²	> 5 u	5 u	23,10 m²					
	4-5	1600 m²	32,00 m²	> 7 u	7 u	32,34 m²					



VILLE D'APPOIGNY

Création d'un bâtiment logistique
CORE AuxR 3
Parc d'activités - 89380 APPOIGNY

Trammell Crow Company

TRAMMELL CROW COMPANY
5 place Tristan Bernard
75001 PARIS

MAITRISE D'OEUVRE

K&L ATELIER
1, rue Dalpazier - 43000 Saint-Etienne
TEL. 04 77 92 08 10 FAX. 04 77 92 08 11
mail@klatelier.com

BE ENVIRONNEMENT	BE VID
EPICP conseil 31, rue René-François CS 46215 42020 SAINT-GALMIER Tel. 07 69 57 64 71	GEOLIS 7, avenue de la Cour 42020 SAINT-GALMIER Tel. 04 77 54 00 50
BUREAU DE CONTROLE	
QUALICOONSLT SRL, avenue des Feuilles FRANCE SR L LE NOBLE Tel. 02 85 07 48 65	

PHASE DU DOSSIER

EDA	ESQ	APS	APD	CPD	PROVA	MARCHE	DOE
-----	-----	-----	-----	-----	-------	--------	-----

PLAN INTERIEUR - PLAN DE CANTONNEMENT ET ISSUES

Le plan d'architecture 3D, intitulé "Plan 3D/3D" dispose de la propriété intellectuelle exclusive de son auteur et de tous droits réservés. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de l'auteur est formellement interdite.

DESSEIN PAR: ITCPX-DPC-Core AuxR3-03.pln

Sancho VIE GRIN

FICHER INFO: ITCPX-DPC-Core AuxR3-03.pln

ECH: 1/500

DATE: le 31 janvier 2023

ITCPX 40 ICPE3

PJ n°2bis - Annexe 07

Etude foudre

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

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



ANALYSE DU RISQUE Foudre SELON NF EN 62305-2

TRAMMELL CROW Lot 1 à 4 APPOIGNY (89)

TRAMMELL CROW Lot 1 à 4 APPOIGNY (89)

Référence document
RGC 28 284

RESUME :

Ce document représente l'Analyse du Risque Foudre de l'entrepôt **TRAMMELL CROW Lot 1 à 4** en projet sur la commune d'**APPOIGNY** dans le département de **l'Yonne (89)**.

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

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

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : Guelleh MAHAMOUD Société : RG CONSULTANT Date : 24/01/2023 Visa 	Nom : Martin GOIFFON Société : RG CONSULTANT Date : 27/01/2023 Visa 	A

DIFFUSION :

EPOPS	RG CONSULTANT
31, rue Henri Poincaré CS 46215 45062 Orléans Cedex 2 www.epops-conseil.com	333 cours du 3ème Millénaire 69800 SAINT-PRIEST Bâtiment Le Pôle – 2ème étage Tél. +33 (0)4 37 41 16 10 info@rg-consultant.com www.rg-consultant.com

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 28 284	24/01/2023	Analyse du Risque Foudre

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR EPOPS

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Non	
Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant)	Non	
P.O.I (Plan d'Opération Interne)	Non	
Liste et implantation des EIPS ou MMR	Non	
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	Non	
Synoptique Courant fort	Non	
Synoptique Courant faible	Non	
Plan de masse	Oui	230117-ITCPX1-PC2.1
Plan de coupe	Oui	230117-ITCPX1-PC3
Plan des façades	Oui	230117-ITCPX1-PC2.2
Plan de zonage ATEX	Non	

Tableau 1 : Liste des documents

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

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

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

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
1.1 OBJET	5
2. PRESENTATION GENERALE DU SITE	6
2.1 GENERALITES	6
2.2 PERSONNEL SUR SITE	6
2.3 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS	7
2.3.1 Réseau Normal	7
2.3.2 Réseau Secouru	7
2.3.3 Réseau Ondulé	7
2.3.4 Réseau photovoltaïque	7
2.4 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES	7
2.5 PROTECTION INCENDIE	7
2.6 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS	7
2.7 CHEMINEMENT DES RESEAUX COURANTS FORTS ET FAIBLES GENERAUX DU SITE	8
2.8 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES	8
3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES	9
3.1 TEXTES REGLEMENTAIRES	9
3.2 NORMES DE REFERENCES	9
4. MÉTHODOLOGIE	10
4.1 PRESENTATION GENERALE	10
4.2 LIMITE DE L'A.R.F	11
4.3 PRINCIPE DE L'ANALYSE PROBABILISTE : CALCUL DE R1	11
5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTES	14
5.1 SITUATIONS REGLEMENTAIRES	14
5.2 POTENTIELS DE DANGER	15
5.3 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION	15
5.4 EVENEMENTS INITIATEURS	16
5.5 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES	17
5.6 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE DANS L'ANALYSE DE RISQUE Foudre	18
6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre	19
6.1 DONNEES GENERALES	19
6.2 CELLULE 3	21
6.2.1 Données et caractéristiques de la structure	21
6.2.2 Données et caractéristiques des services	22
6.2.3 Données et caractéristiques de la zone	23
6.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)	27
7. SYNTHÈSE	30

ANNEXES

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

Annexe 2 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

Dans le cadre de la création d'un entrepôt de la société **TRAMMELL CROW Lot 1 à 4** prévu sur la commune d'**APPOIGNY**, une Analyse de Risque Foudre est réalisée.

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

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

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

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

2. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SITE

2.1 Généralités

La société **TRAMMELL CROW** prévoit de construire un entrepôt logistique de produits divers (Non dangereux). L'entrepôt du lot 1 à 4 sera constitué :

- De quatre cellules de stockage,
- De locaux de charge
- De bureaux,
- De locaux techniques,
- D'un poste de Garde,
- D'un local Sprinkler.



Figure 1: Plan de masse du site

2.2 Personnel sur site

Le site aura un effectif total d'environ 75 personnes.

2.3 Caractéristiques des courants forts

2.3.1 Réseau Normal

N'ayant reçu aucune information concernant l'alimentation du site, nous estimons que le site sera alimenté en haute tension 20kV via 1 poste de livraison en bordure de site.

2.3.2 Réseau Secouru

Nous estimons que le site sera dépourvu de système de secours électrique de type groupe électrogène de sécurité.

2.3.3 Réseau Ondulé

Le site ne disposera pas de réseau ondulé.

2.3.4 Réseau photovoltaïque

D'après les plans fournis par le client, nous estimons que le site sera équipé de panneaux photovoltaïques en toiture.

2.4 Caractéristiques des courants faibles

Le projet sera raccordé au réseau ORANGE via une ligne fibre souterraine vers la zone administrative. La fibre n'étant pas impactable par la foudre cette ligne ne sera donc pas prise en compte dans cette étude.

2.5 Protection incendie

Le site sera doté des moyens de protection et de prévention suivants :

- Extincteurs et RIA,
- Sprinkler,
- Surpresseur,
- Centrale détection incendie,
- Murs coupe-feu 2h entre les différentes cellules.

2.6 Mise à la terre des installations

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

2.7 Cheminement des réseaux courants forts et faibles généraux du site

Zone	Lignes connectées			
	Nom	Longueur (m)	Relié à	Type
Entrepôt Lot 1 à 4	Alimentation HT	1 000	Poste de livraison	Souterrain
	Alimentation BT Photovoltaïque	150	Réseau photovoltaïque toiture	Aérien
	Alimentation BT Éclairage extérieur	1 000	Éclairage extérieur	Souterrain
	Alimentation PDG	1 000	TGBT	Souterrain

Tableau 2 : Réseaux

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

2.8 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom	Nature
Entrepôt Lot 1 à 4	Gaz	Inconnue
	Eau	Inconnue
	Eau Sprinkler	Inconnue

Source : Selon Retour d'expérience.

Tableau 3 : Canalisations

3. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES

3.1 Textes réglementaires

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

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

3.2 Normes de références

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

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

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

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

4. MÉTHODOLOGIE

4.1 Présentation générale

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

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

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

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

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

Tableau 4 : Différents types de pertes

L'Analyse du Risque Foudre identifie :

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

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

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

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

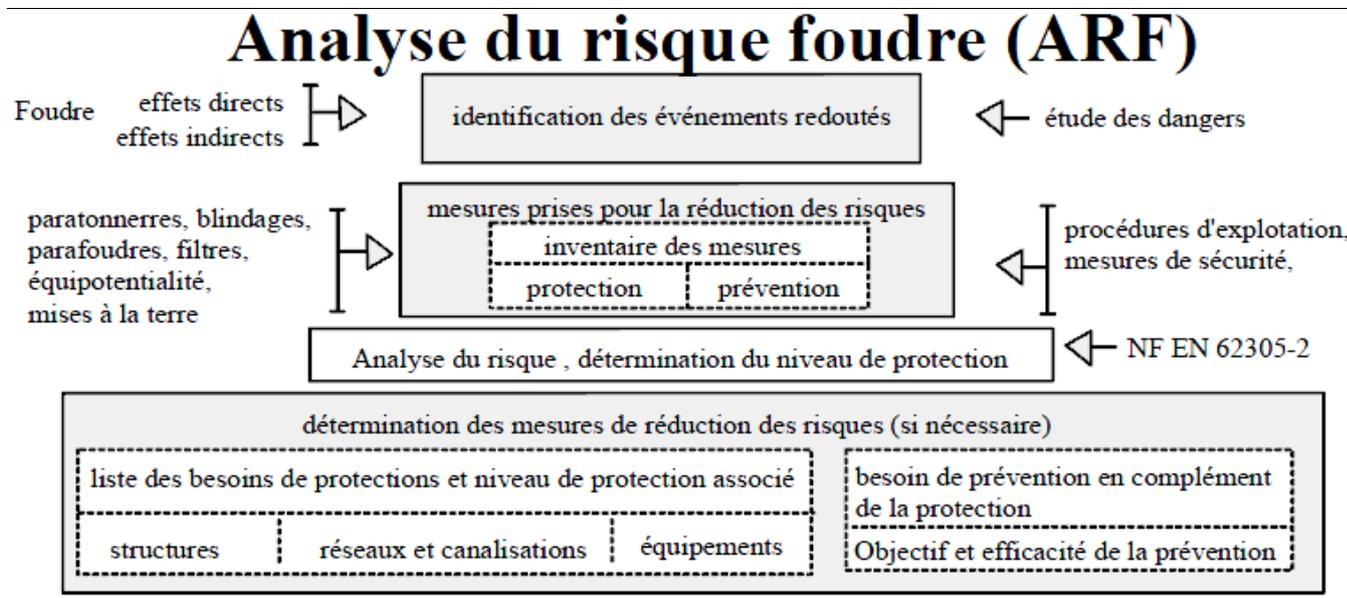


Figure 2: Structure de l'Analyse de Risque Foudre

4.2 Limite de l'A.R.F

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

En effet :

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

4.3 Principe de l'analyse probabiliste : Calcul de R1

- Détail du calcul

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

$$\begin{array}{ccccccc}
 R1 & = & R_A + R_B + R_C^* & + & R_M^* & + & R_U + R_V + R_W^* & + & R_Z^* \\
 & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\
 & & \text{Impact sur la structure} & & \text{Impact sur le service} & & \text{Impact à proximité du service} & & \text{Impact à proximité de la structure}
 \end{array}$$

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

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

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x$$

Où

N désigne le nombre annuel d'évènements dangereux ou de coups de foudre

P est la probabilité de dommages dus à l'un de ces coups provoquant ces dommages

L est un coefficient de pertes prenant en compte le type de dommage

Les huit composantes sont définies comme suit :

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

Tableau 5 : Natures du risque

- Acceptabilité du risque

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

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

Si $R_1 > R_T$

→ Il faut prévoir des mesures de protection pour réduire R_c afin qu'il soit \leq à R_t .

Si $R_1 \leq R_T$

→ Une protection contre la foudre n'est pas nécessaire.

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

- Mesures de réduction des risques

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

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

Tableau 6 : Mesures de protection pour réduire le risque

5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTÉS

5.1 Situations réglementaires

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

Rubrique	Désignation de la rubrique	Régime
1510	Entrepôts couverts (installations, pourvues d'une toiture, dédiées au stockage de matières ou produits combustibles en quantité supérieure à 500 tonnes)	Enregistrement
2925	Accumulateurs (ateliers de charge d').	Déclaration

Tableau 7 : Rubriques ICPE

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

5.2 Potentiels de danger

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

Structure	Phénomène dangereux redoutés	Application au site
Entrepôt Lot 1 à 4	Effets de surpression associés à l'explosion d'une substance	Non concerné
	Inflammation d'un nuage de gaz en champ libre (UVCE) ou dans une zone encombrée (VCE),	Non concerné
	Effets thermiques en cas de rupture ou fuite sur une canalisation calorifique ou sous pression	Non concerné
	Contamination de l'environnement par incendie, déversement ou combustion de produit chimique	Non concerné
	Risque pour l'homme en cas d'inhalation de produits chimiques	Non concerné
	Incendie	Concerné
	Une perte du réseau de climatisation	Non concerné
	Une perte de l'alimentation électrique ou du réseau de télécommunication	Concerné
	Risque pour l'homme en cas de surtension sur le réseau par manœuvre ou perturbation atmosphérique	Non concerné

Tableau 8 : Phénomènes redoutés

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

5.3 Zones à risques d'explosion

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

Le risque d'explosion ne sera donc pas retenu.

5.4 Evénements initiateurs

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

Elle peut soit :

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

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

Tableau 9 : Interaction foudre/équipements

5.5 Mesures de maîtrise des risques

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

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Extincteur	Non
Surpresseur	Oui
Centrale détection incendie	Oui
RIA	Non
Sprinkler	Oui

Tableau 10 : Liste des équipements de sécurité

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

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

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

Bâtiments / Installations	Traitement statistique selon la norme NF EN 62305-2	Traitement déterministe ¹
Entrepôt Lot 1 à 4	X	

Tableau 11 : Installations à étudier dans l'ARF

Méthode déterministe¹ :

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

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

Définition des zones

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

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

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

Le bâtiment répondant aux conditions précédentes, l'Analyse de Risque Foudre sera réalisée sur l'une des plus grandes cellules, la **cellule 3**. Le niveau de risque obtenu sera appliqué à tout le bâtiment.

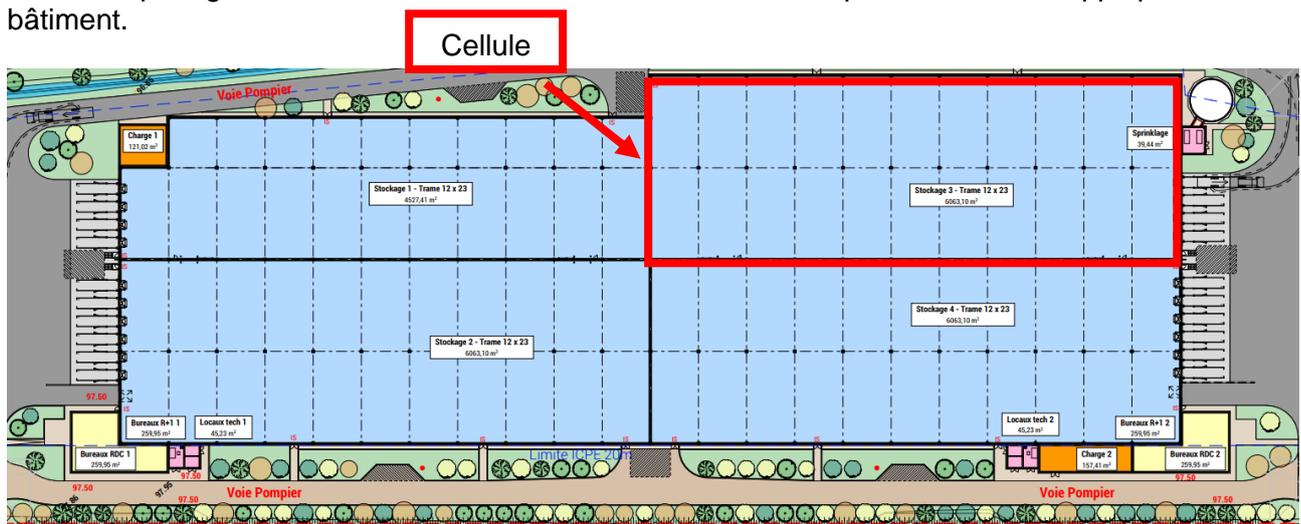


Figure 4: Découpage en cellule du site

6.2 Cellule 3

6.2.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Dimensions	L x W x H _b	130 x 46 x 14,4 m	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	A _{d/b}	2,80E-02 m ²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	C _{d/b}	0,5	Entouré d'objets plus petits
Protection existante contre les effets directs	P _B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K _{S1}	1	Aucun blindage

Tableau 13 : Données et caractéristiques de la structure

Justification des paramètres encodés

Paramètre C_{d/b} (facteur d'emplacement)

Présence de structures ou d'arbres de hauteur inférieur à proximité, dans un rayon égal à 3 fois la hauteur du bâtiment étudié.

Nous indiquons donc la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

Le bâtiment n'est pas protégé par un SPF (Système de protection contre la foudre). Nous indiquons la valeur = 1

Dans un premier temps nous calculons R1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_T des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre K_{S1} (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)

La zone n'est pas équipée d'un écran spatial. Nous indiquons la valeur = 1

6.2.2 Données et caractéristiques des services

Numéro de liaison	Nom de la ligne	LC	$L_a \times W_a \times H_a$	C _i	C _e	U _w	K _{s3}	P _{SPD}
1	Alimentation HT	1000	-	0,5	0,5	6kV	0,01	1
2	Alimentation PV	150	-	1	0,5	4kV	0,01	1
3	Éclairage	1000	-	0,5	0,5	2,5kV	0,01	1
4	Alimentation poste de garde	1000	-	0,5	0,5	4kV	0,01	1

Tableau 14 : Données et caractéristiques des services

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

Justification des paramètres encodés

Paramètre L_c (Longueur de la section du service)

La valeur indiquée correspond à la longueur de la ligne.

Nous indiquons la valeur 1000 m par défaut lorsque la longueur n'est pas connue.

Paramètres L_a, W_a, H_a (caractéristiques de la structure adjacente)

La valeur indiquée correspond aux dimensions du bâtiment raccordé à la ligne.

Paramètre C_i (facteur d'installation de la ligne)

Les lignes sont enterrées, nous indiquons la valeur 0,5.

Les lignes sont aériennes, nous indiquons la valeur 1.

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le bâtiment se situe en zone suburbaine ce qui correspond à des hauteurs de bâtiments inférieure à 10m. Nous indiquons la valeur = 0,5 – zone suburbaine.

Paramètre U_w (Tension de tenue au choc des matériels)

Selon le guide UTE C 15-443, la tension de tenue aux chocs est de 6 kV pour la ligne d'alimentation HT, 4 kV pour les lignes d'alimentation BT et de 2,5 kV pour les équipements BT

Paramètre K_{s3} (Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne)

Pour la ligne de puissance et de communication, nous choisissons la valeur K_{s3} = 0,01 car nous considérons que c'est un câble non écranté avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².

Paramètre P_{SPD} (probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres)

Le bâtiment n'est pas protégé par des parafoudres. Nous indiquons la valeur = 1

6.2.3 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	r_a / r_u	0,01	Béton
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service	P_{TU}	1	Aucune mesure de protection
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure	P_{TA}	1	Aucune mesure de protection
Dispositions réduisant la conséquence de feu	r_p	0,2	Automatique
Risque d'incendie de la structure	r_f	0,1	Elevée
Pertes par dommages physiques (relatives à R1)	L_f	0,02	Structure Industrielle
Présence d'un danger particulier	h_z	2	Risque Faible
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)	L_o	0	SO
Durée de présence des personnes à un emplacement dangereux à l'extérieur de la structure	t_e	0,75	Zone d'activité
Risque environnemental	LFE	0,05	Restant dans les limites du site

Tableau 15 : Données et caractéristiques de la zone

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

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

Tableau 16 : Paramètre r_a / r_u

Paramètre P_{TU} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre P_{TA} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre r_p (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)

Le site est équipé de systèmes d'extinction automatiques. La valeur est = 0,2.

Paramètre r_f (facteur de réduction associé au risque d'incendie)

Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence de substances inflammables en quantité importante (pour rappel la charge calorifique d'une palette est de 1300 MJ/m³).

La valeur est = 0,1.

Ce tableau, issu de la norme NF EN 62 305-2, est donné à titre indicatif afin de connaître les différents niveaux de risque d'incendie par rapport à la charge calorifique des différents produits stockés

Risque	Faible	Ordinaire	Elevé
Charge calorifique	<400MJ/m ²	400MJ/m ² < <800MJ/m ²	>800MJ/m ²

Tableau 17 : Paramètre r_f

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

Type de Structure	L_f
Bâtiment agricole, Ensemble d'appartements, Grande Maison, Hôpital, Hôtel, Nurserie /Jardin d'enfants, Poste de Police et Dépôt d'ambulances, Prison, Risque d'explosion.	0,1
Bâtiment d'Aéroport, Gare.	0,075
Accueil de Loisirs.	0,067
Boutique / Ensemble de Boutiques, Cathédrale, Lieu de Culte, Musée, Stade compris ceux accueillant des concerts, Théâtre.	0,05
Bâtiment Commercial/Ensemble de bureaux, Grand magasin/Grandes surface, Stockage Industriel, Université.	0,042
Equipement GSM, Ruines classées.	0,04
Bâtiment gazier, Bâtiment médical, Bâtiment recevant du public, Bâtiment télécom, Centre commercial, Ecole, Traitement des eaux.	0,033
Site industriel (Cas général. Applicable hors zones explosives, ou quand le risque d'explosion est confiné dans un container métallique d'épaisseur conforme au tableau 3 de la 62305-3 sans pénétration de service dans le container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non)	0,02
Autres bâtiments et structures	0,01
Site industriel (Structure comprenant de nombreux éléments métalliques comme des tuyaux ou éléments structurels, permettant au courant de foudre de se disperser sans causer de larges dommages. Applicable hors zones explosives, ou quand le risque d'explosion est confiné dans un container métallique d'épaisseur conforme au tableau 3 de la 62305-3 sans pénétration de service dans le container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non)	0,005
Site Industriel (structure en béton armé ou avec surface métallique conforme au tableau 3 de la 62305-3), quand le dommage au point d'impact reste limité et ne crée pas de dommage additionnel, applicable hors zones explosives, ou quand le risque d'explosion est confiné dans un container métallique d'épaisseur conforme au tableau 3 de la 62305-3 sans pénétration de service dans le container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non)	0,001

Tableau 18 : Paramètre L_f

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

Type de danger particulier	h_z
Pas de danger particulier	1
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	2
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	5
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées)	5
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	10

Tableau 19 : Paramètre h_z

Paramètre L_o (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)

Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer. Nous indiquons la valeur $L_o = 0$.

Paramètre L_{FE} (pourcentage moyen de victimes blessées par dommages physiques à l'extérieur de la structure)

Le L_{FE} est le pourcentage moyen de victimes blessées par dommages physiques à l'extérieur de la structure. Le calcul de ces pertes est basé sur la connaissance des paramètres : L_{FE} et de t_e ; t_e est la durée de présence des personnes à un emplacement dangereux à l'extérieur de la structure en utilisant les formules suivantes :

$$LBE = LVE = rf \times rp \times LFE \times te / 8\ 760$$

$$LCE = LME = LWE = LZE = rf \times rp \times (LFE/10) \times te / 8\ 760$$

Lorsque la durée t_e n'est pas connue, utiliser le tableau suivant :

TYPE D'ENVIRONNEMENT	$t_e / 8\ 760$
Voies navigables	0,1
Utilisation temporaire	0,1
Personnes travaillant dans l'enceinte du site	0,25
Voies ferrées	0,25
Terrain non bâti et zones peu fréquentées (champs, prairies, forêts, terrains vagues, marais, jardins horticoles, jardins, vignes, zones de pêche, gare de marchandises et de triage...)	0,25
Présence de public	0,5
Zones fréquentées et très fréquentées (parking, parcs, zone de baignade surveillée, terrains de sport, etc.)	0,5
Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas en général du public)	0,75
Chemins et chemins piétonniers	0,75
Site avec rondiers ou fonctionnement du site avec plus d'une équipe (2x8 ou 3x8)	1
Résidences	1
Voies de circulation automobiles (départementales, nationales, voies rapides, périphériques et autoroutes)	1

Tableau 20 : Tableau $t_e/8760$ suivant note Qualifoudre n° 4

Lorsque le risque environnemental hors de la structure est connu, prendre l'un des scénarios majorant suivant :

RISQUE ENVIRONNEMENTAL Scénarios		VALEURS DE L_{FE}	
		restant dans les limites du site	sortant des limites du site
Explosion et surpression	la surpression > 50 hPa	0.25	0.5
Flux thermique	le flux thermique par surface > 3 kW/m ²	0.05	0.1
Fumées toxiques (1)		0.1	1.0
Pollution du sol (1)		0.1	0.5
Pollution de l'eau (1)		0.25 (2)	2.5
Matière radioactive (1), (3), (4)		0.5	5

Note 1 : En cas d'utilisation d'une détection d'orage caractérisée par une efficacité PTWS, les valeurs de L_{FE} dans les limites du site sont multipliées par $(1 - PTWS)$ dans la mesure où une procédure associée existe et permet la mise en sécurité des personnes dans l'enceinte du site.

Note 2 : le bris de vitres (explosion avec effet limité) sont exclus de cette analyse et doivent être traités, si nécessaire, par des mesures de protection adaptées.

- (1) Ces valeurs maximales peuvent être réduites en se basant sur la quantité de polluant, le danger de celui-ci et la sensibilité de l'environnement.
- (2) Uniquement si la pollution peut atteindre la nappe phréatique, les cours d'eaux ou des mers et océans.
- (3) Ceci peut ne pas être applicable quand une étude spécifique incluant tous les scénarii a été réalisée. C'est le cas par exemple des centrales nucléaires, pour lesquelles des études spécifiques sont réalisées et rendent la méthode ci-dessus inutile.
- (4) Ceci n'est pas applicable aux sources scellées (par exemple utilisées dans les hôpitaux, les équipements de mesures ou les appareils médicaux).

Tableau 21 : Paramètre LFE suivant note Qualifoudre n° 4

6.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)

Sans protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Lot 1-4	4,46 E ⁻⁵	>	1 x 10 ⁻⁵

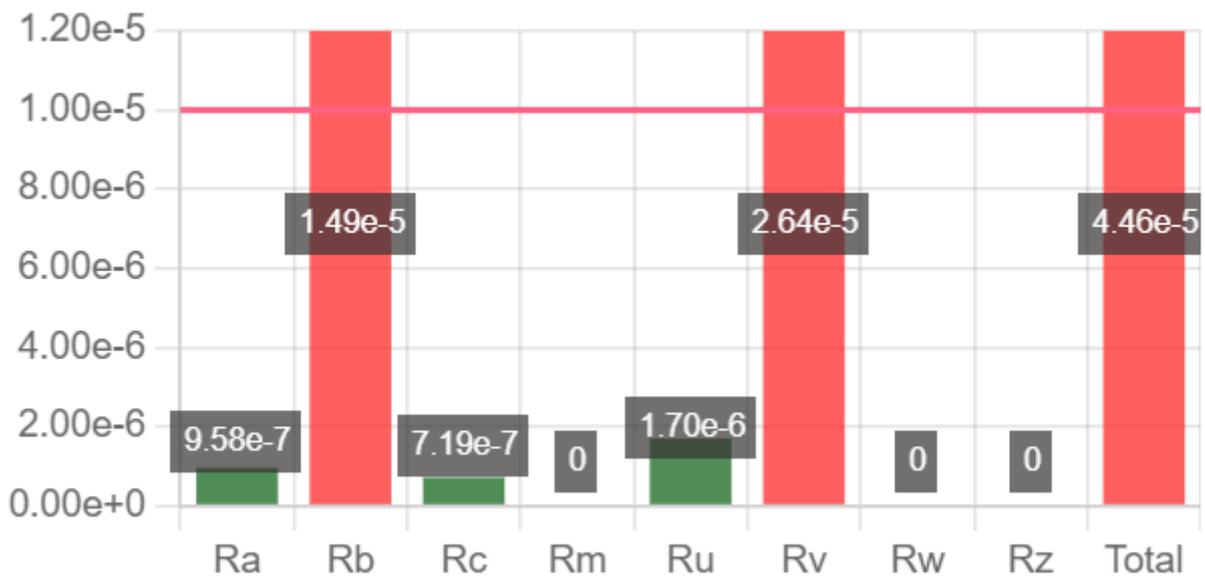


Figure 5: Résultat du calcul du risque R1 sans protections

L'entrepôt du Lot 1 à 4 n'a pas un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation. Il est donc nécessaire de réduire ce risque à un niveau inférieur au Risque tolérable (Rt).

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

Analyse **avec** protections

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Lot 1-4	$5,25 \times 10^{-6}$	<	1×10^{-5}

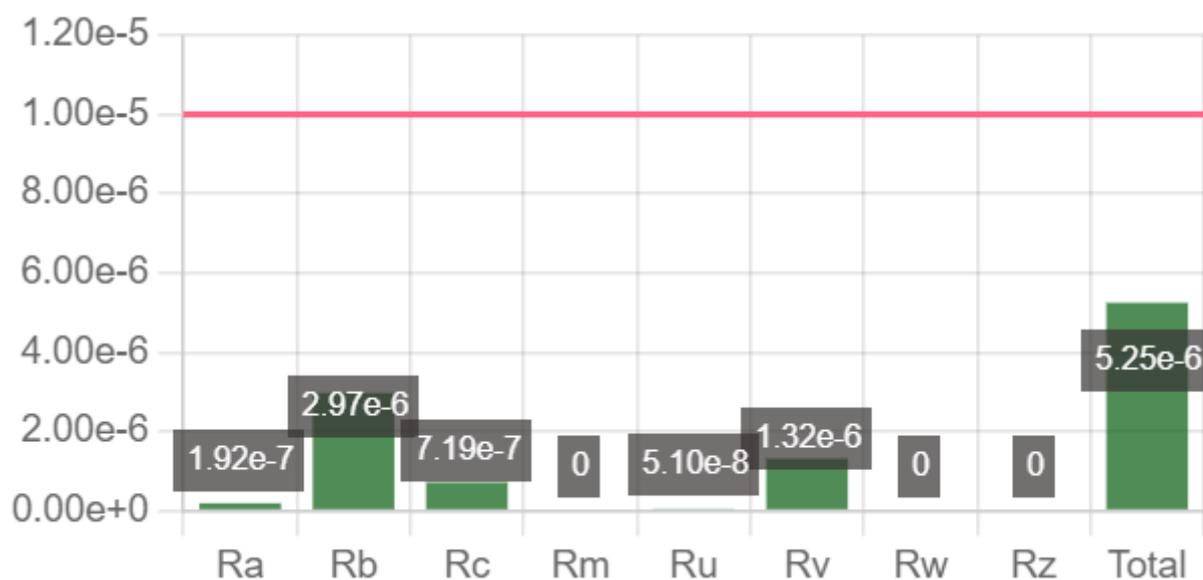


Figure 6: Résultat du calcul du risque R1 avec protections

L'entrepôt du Lot 1 à 4 a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation après la mise en place de protections contre la foudre.

Choix des mesures de protection

Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont **R_B** et **R_V**.

Caractéristiques de la structure ou du système interne	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Mesures de protection								
Surface équivalente d'exposition	X	X	X	X	X	X	X	X
Résistivité de surface du sol	X							
Résistivité du sol					X			
Restrictions physiques, isolation, avertissement, isolation équipotentielle du sol	X				X			
SPF	X ¹⁾	X	X ²⁾	X ²⁾	X ³⁾	X ³⁾		
Parafoudres coordonnés			X	X			X	X
Ecran spatial			X	X				
Réseaux externes écrantés					X	X	X	X
Réseaux internes écrantés			X	X				
Précautions de cheminement			X	X				
Réseau équipotentiel			X					
Précautions incendie		X				X		
Sensibilité au feu		X				X		
Danger particulier		X				X		
Tension de tenue aux chocs			X	X	X	X	X	X

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

²⁾ Uniquement pour les SPF extérieurs en grille.

³⁾ En raison des équipotentialités.

Tableau 22 : Choix des protections foudre

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

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

7. SYNTHÈSE

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

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

Structure	Protection effets directs	Protection effets indirects
Entrepot Lot 1-4	Protection de niveau IV	Protection de niveau IV

Tableau 23: Synthèse des protections foudre

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

Structure	Organes de sécurité
Entrepot Lot 1-4	SSI
	Sprinkler
	Surpresseur

Tableau 24: Synthèse des MMR

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

Zone	Nom
Entrepot Lot 1-4	Eau
	Gaz
	Eau Sprinkler

Tableau 25: Synthèse des liaisons équipotentielles à prévoir

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

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

NOTA :

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

ANNEXE 1**Analyse du Risque Foudre****NF EN 62305-2**

**L'analyse de risque est effectuée à l'aide du logiciel PROTECRISK 2.0
conforme à la norme NF EN 62305-2**

Entrepôt Lot 1 à 4

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

Structure Cellule

Détails du risque R1

R1 = 5.25E-6

----- Ra -----

Ra = 1.92E-7

Nd = 9.58E-3

Ng = 6.80E-1

Adb = 2.82E+4

L = 1.30E+2

W = 4.60E+1

H = 1.50E+1

Cdb = 5.00E-1

PA = 2.00E-1

PTA = 1.00E+

PB = 2.00E-1

La = 1.00E-4

rt = 1.00E-2

Lt = 1.00E-2

nz = 0.00E+

nt = 8.76E+3

tz = 0.00E+

----- Rb -----

Rb = 2.97E-6

Nd = 9.58E-3

Ng = 6.80E-1

Adb = 2.82E+4

L = 1.30E+2

W = 4.60E+1

H = 1.50E+1

Cdb = 5.00E-1

PB = 2.00E-1
 Lbt_Lvt = 1.55E-3
 Lb_Lv = 8.00E-4
 rp = 2.00E-1
 rf = 1.00E-1
 hz = 2.00E+
 Lf1 = 2.00E-2
 nz = 0.00E+
 nt = 8.76E+3
 tz = 0.00E+
 Lbe_Lve = 7.50E-4
 rp = 2.00E-1
 rf = 1.00E-1
 lfe = 5.00E-2
 te = 7.50E-1
 ----- Rc -----
 Rc = 7.19E-7
 Nd = 9.58E-3
 Ng = 6.80E-1
 Adb = 2.82E+4
 L = 1.30E+2
 W = 4.60E+1
 H = 1.50E+1
 Cdb = 5.00E-1
 Pc = 1.00E+
 Pc_Aliment-HT = 1.00E+
 P = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 Pc_Aliment-PV = 1.00E+
 P = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 Pc_Alimentation-Poste-de-Garde = 1.00E+
 P = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 Pc_Eclairage = 1.00E+
 P = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 7.50E-5
 Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
 Lo1 = 0.00E+
 nz = 0.00E+
 nt = 8.76E+3
 tz = 0.00E+
 Lce_Lme_Lwe_Lze = 7.50E-5
 rp = 2.00E-1
 rf = 1.00E-1
 lfe = 5.00E-2
 te = 7.50E-1
 ----- Rm -----
 Rm = 0.00E+
 Nm = 6.54E-1
 Ng = 6.80E-1
 Am = 9.61E+5
 L = 1.30E+2
 W = 4.60E+1
 Pm = 2.82E-1

Pm_Alim-HT = 2.78E-2
 Parafoudre = 1.00E+
 Pms = 2.78E-2
 Ks1 = 1.00E+
 w = 0.00E+
 Ks2 = 1.00E+
 w = 0.00E+
 Ks3 = 1.00E+
 Ks4 = 1.67E-1
 Uw = 6.00E+
 Pm_Alim-PV = 6.25E-2
 Parafoudre = 1.00E+
 Pms = 6.25E-2
 Ks1 = 1.00E+
 w = 0.00E+
 Ks2 = 1.00E+
 w = 0.00E+
 Ks3 = 1.00E+
 Ks4 = 2.50E-1
 Uw = 4.00E+
 Pm_Alimentation-Poste-de-Garde = 6.25E-2
 Parafoudre = 1.00E+
 Pms = 6.25E-2
 Ks1 = 1.00E+
 w = 0.00E+
 Ks2 = 1.00E+
 w = 0.00E+
 Ks3 = 1.00E+
 Ks4 = 2.50E-1
 Uw = 4.00E+
 Pm_Eclairage = 1.60E-1
 Parafoudre = 1.00E+
 Pms = 1.60E-1
 Ks1 = 1.00E+
 w = 0.00E+
 Ks2 = 1.00E+
 w = 0.00E+
 Ks3 = 1.00E+
 Ks4 = 4.00E-1
 Uw = 2.50E+
 Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 7.50E-5
 Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
 Lo1 = 0.00E+
 nz = 0.00E+
 nt = 8.76E+3
 tz = 0.00E+
 Lce_Lme_Lwe_Lze = 7.50E-5
 rp = 2.00E-1
 rf = 1.00E-1
 lfe = 5.00E-2
 te = 7.50E-1
 ----- Ru -----
 Ru = 5.10E-8
 Ru = 4.08E-9
 NI = 1.36E-3
 Ng = 6.80E-1

Al = 4.00E+4
 LL = 1.00E+3
 Ci = 5.00E-1
 Ce = 5.00E-1
 Ct = 2.00E-1
 Ndj = 0.00E+
 Ng = 6.80E-1
 Adj = 0.00E+
 L = 0.00E+
 W = 0.00E+
 H = 0.00E+
 Cdj = 5.00E-1
 Ct = 2.00E-1
 Pu = 3.00E-2
 Ptu = 1.00E+
 Peb = 3.00E-2
 Pld = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 La = 1.00E-4
 rt = 1.00E-2
 Lt = 1.00E-2
 nz = 0.00E+
 nt = 8.76E+3
 tz = 0.00E+
 Ru = 6.12E-9
 NI = 2.04E-3
 Ng = 6.80E-1
 Al = 6.00E+3
 LL = 1.50E+2
 Ci = 1.00E+
 Ce = 5.00E-1
 Ct = 1.00E+
 Ndj = 0.00E+
 Ng = 6.80E-1
 Adj = 0.00E+
 L = 0.00E+
 W = 0.00E+
 H = 0.00E+
 Cdj = 5.00E-1
 Ct = 1.00E+
 Pu = 3.00E-2
 Ptu = 1.00E+
 Peb = 3.00E-2
 Pld = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 La = 1.00E-4
 rt = 1.00E-2
 Lt = 1.00E-2
 nz = 0.00E+
 nt = 8.76E+3
 tz = 0.00E+
 Ru = 2.04E-8
 NI = 6.80E-3
 Ng = 6.80E-1
 Al = 4.00E+4
 LL = 1.00E+3

Ci = 5.00E-1
 Ce = 5.00E-1
 Ct = 1.00E+
 Ndj = 0.00E+
 Ng = 6.80E-1
 Adj = 0.00E+
 L = 0.00E+
 W = 0.00E+
 H = 0.00E+
 Cdj = 5.00E-1
 Ct = 1.00E+
 Pu = 3.00E-2
 PtU = 1.00E+
 Peb = 3.00E-2
 Pld = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 La = 1.00E-4
 rt = 1.00E-2
 Lt = 1.00E-2
 nz = 0.00E+
 nt = 8.76E+3
 tz = 0.00E+
 Ru = 2.04E-8
 NI = 6.80E-3
 Ng = 6.80E-1
 AI = 4.00E+4
 LL = 1.00E+3
 Ci = 5.00E-1
 Ce = 5.00E-1
 Ct = 1.00E+
 Ndj = 0.00E+
 Ng = 6.80E-1
 Adj = 0.00E+
 L = 0.00E+
 W = 0.00E+
 H = 0.00E+
 Cdj = 5.00E-1
 Ct = 1.00E+
 Pu = 3.00E-2
 PtU = 1.00E+
 Peb = 3.00E-2
 Pld = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 La = 1.00E-4
 rt = 1.00E-2
 Lt = 1.00E-2
 nz = 0.00E+
 nt = 8.76E+3
 tz = 0.00E+

----- Rv -----

Rv = 1.32E-6
 Rv = 1.05E-7
 NI = 1.36E-3
 Ng = 6.80E-1
 AI = 4.00E+4
 LL = 1.00E+3

Ci = 5.00E-1
 Ce = 5.00E-1
 Ct = 2.00E-1
 Ndj = 0.00E+
 Ng = 6.80E-1
 Adj = 0.00E+
 L = 0.00E+
 W = 0.00E+
 H = 0.00E+
 Cdj = 5.00E-1
 Ct = 2.00E-1
 Pv = 5.00E-2
 Peb = 5.00E-2
 Pld = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 Lbt_Lvt = 1.55E-3
 Lb_Lv = 8.00E-4
 rp = 2.00E-1
 rf = 1.00E-1
 hz = 2.00E+
 Lf1 = 2.00E-2
 nz = 0.00E+
 nt = 8.76E+3
 tz = 0.00E+
 Lbe_Lve = 7.50E-4
 rp = 2.00E-1
 rf = 1.00E-1
 lfe = 5.00E-2
 te = 7.50E-1
 Rv = 1.58E-7
 NI = 2.04E-3
 Ng = 6.80E-1
 Al = 6.00E+3
 LL = 1.50E+2
 Ci = 1.00E+
 Ce = 5.00E-1
 Ct = 1.00E+
 Ndj = 0.00E+
 Ng = 6.80E-1
 Adj = 0.00E+
 L = 0.00E+
 W = 0.00E+
 H = 0.00E+
 Cdj = 5.00E-1
 Ct = 1.00E+
 Pv = 5.00E-2
 Peb = 5.00E-2
 Pld = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 Lbt_Lvt = 1.55E-3
 Lb_Lv = 8.00E-4
 rp = 2.00E-1
 rf = 1.00E-1
 hz = 2.00E+
 Lf1 = 2.00E-2
 nz = 0.00E+

nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Lbe_Lve = 7.50E-4
rp = 2.00E-1
rf = 1.00E-1
lfe = 5.00E-2
te = 7.50E-1
Rv = 5.27E-7
NI = 6.80E-3
Ng = 6.80E-1
Al = 4.00E+4
LL = 1.00E+3
Ci = 5.00E-1
Ce = 5.00E-1
Ct = 1.00E+
Ndj = 0.00E+
Ng = 6.80E-1
Adj = 0.00E+
L = 0.00E+
W = 0.00E+
H = 0.00E+
Cdj = 5.00E-1
Ct = 1.00E+
Pv = 5.00E-2
Peb = 5.00E-2
Pld = 1.00E+
Cld = 1.00E+
Lbt_Lvt = 1.55E-3
Lb_Lv = 8.00E-4
rp = 2.00E-1
rf = 1.00E-1
hz = 2.00E+
Lf1 = 2.00E-2
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Lbe_Lve = 7.50E-4
rp = 2.00E-1
rf = 1.00E-1
lfe = 5.00E-2
te = 7.50E-1
Rv = 5.27E-7
NI = 6.80E-3
Ng = 6.80E-1
Al = 4.00E+4
LL = 1.00E+3
Ci = 5.00E-1
Ce = 5.00E-1
Ct = 1.00E+
Ndj = 0.00E+
Ng = 6.80E-1
Adj = 0.00E+
L = 0.00E+
W = 0.00E+
H = 0.00E+
Cdj = 5.00E-1

Ct = 1.00E+
 Pv = 5.00E-2
 Peb = 5.00E-2
 Pld = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 Lbt_Lvt = 1.55E-3
 Lb_Lv = 8.00E-4
 rp = 2.00E-1
 rf = 1.00E-1
 hz = 2.00E+
 Lf1 = 2.00E-2
 nz = 0.00E+
 nt = 8.76E+3
 tz = 0.00E+
 Lbe_Lve = 7.50E-4
 rp = 2.00E-1
 rf = 1.00E-1
 lfe = 5.00E-2
 te = 7.50E-1
 ----- Rw -----
 Rw = 0.00E+
 Rw = 0.00E+
 NI = 1.36E-3
 Ng = 6.80E-1
 AI = 4.00E+4
 LL = 1.00E+3
 Ci = 5.00E-1
 Ce = 5.00E-1
 Ct = 2.00E-1
 Ndj = 0.00E+
 Ng = 6.80E-1
 Adj = 0.00E+
 L = 0.00E+
 W = 0.00E+
 H = 0.00E+
 Cdj = 5.00E-1
 Ct = 2.00E-1
 Pw = 1.00E+
 P = 1.00E+
 Pld = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 7.50E-5
 Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
 Lo1 = 0.00E+
 nz = 0.00E+
 nt = 8.76E+3
 tz = 0.00E+
 Lce_Lme_Lwe_Lze = 7.50E-5
 rp = 2.00E-1
 rf = 1.00E-1
 lfe = 5.00E-2
 te = 7.50E-1
 Rw = 0.00E+
 NI = 2.04E-3
 Ng = 6.80E-1
 AI = 6.00E+3

LL = 1.50E+2
Ci = 1.00E+
Ce = 5.00E-1
Ct = 1.00E+
Ndj = 0.00E+
Ng = 6.80E-1
Adj = 0.00E+
L = 0.00E+
W = 0.00E+
H = 0.00E+
Cdj = 5.00E-1
Ct = 1.00E+
Pw = 1.00E+
P = 1.00E+
Pld = 1.00E+
Cld = 1.00E+
Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 7.50E-5
Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Lo1 = 0.00E+
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Lce_Lme_Lwe_Lze = 7.50E-5
rp = 2.00E-1
rf = 1.00E-1
lfe = 5.00E-2
te = 7.50E-1
Rw = 0.00E+
NI = 6.80E-3
Ng = 6.80E-1
Al = 4.00E+4
LL = 1.00E+3
Ci = 5.00E-1
Ce = 5.00E-1
Ct = 1.00E+
Ndj = 0.00E+
Ng = 6.80E-1
Adj = 0.00E+
L = 0.00E+
W = 0.00E+
H = 0.00E+
Cdj = 5.00E-1
Ct = 1.00E+
Pw = 1.00E+
P = 1.00E+
Pld = 1.00E+
Cld = 1.00E+
Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 7.50E-5
Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Lo1 = 0.00E+
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Lce_Lme_Lwe_Lze = 7.50E-5
rp = 2.00E-1
rf = 1.00E-1

lfe = 5.00E-2
 te = 7.50E-1
 Rw = 0.00E+
 NI = 6.80E-3
 Ng = 6.80E-1
 Al = 4.00E+4
 LL = 1.00E+3
 Ci = 5.00E-1
 Ce = 5.00E-1
 Ct = 1.00E+
 Ndj = 0.00E+
 Ng = 6.80E-1
 Adj = 0.00E+
 L = 0.00E+
 W = 0.00E+
 H = 0.00E+
 Cdj = 5.00E-1
 Ct = 1.00E+
 Pw = 1.00E+
 P = 1.00E+
 Pld = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 7.50E-5
 Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
 Lo1 = 0.00E+
 nz = 0.00E+
 nt = 8.76E+3
 tz = 0.00E+
 Lce_Lme_Lwe_Lze = 7.50E-5
 rp = 2.00E-1
 rf = 1.00E-1
 lfe = 5.00E-2
 te = 7.50E-1
 ----- Rz -----
 Rz = 0.00E+
 Rz = 0.00E+
 Ni = 1.36E-1
 Ng = 6.80E-1
 Ai = 4.00E+6
 Ci = 5.00E-1
 Ce = 5.00E-1
 Ct = 2.00E-1
 Pz = 1.00E-1
 Pli = 1.00E-1
 Cli = 1.00E+
 P = 1.00E+
 Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 7.50E-5
 Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
 Lo1 = 0.00E+
 nz = 0.00E+
 nt = 8.76E+3
 tz = 0.00E+
 Lce_Lme_Lwe_Lze = 7.50E-5
 rp = 2.00E-1
 rf = 1.00E-1
 lfe = 5.00E-2

te = 7.50E-1
Rz = 0.00E+
Ni = 2.04E-1
Ng = 6.80E-1
Ai = 6.00E+5
Ci = 1.00E+
Ce = 5.00E-1
Ct = 1.00E+
Pz = 8.00E-2
Pli = 8.00E-2
Cli = 1.00E+
P = 1.00E+
Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 7.50E-5
Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Lo1 = 0.00E+
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Lce_Lme_Lwe_Lze = 7.50E-5
rp = 2.00E-1
rf = 1.00E-1
lfe = 5.00E-2
te = 7.50E-1
Rz = 0.00E+
Ni = 6.80E-1
Ng = 6.80E-1
Ai = 4.00E+6
Ci = 5.00E-1
Ce = 5.00E-1
Ct = 1.00E+
Pz = 8.00E-2
Pli = 8.00E-2
Cli = 1.00E+
P = 1.00E+
Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 7.50E-5
Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Lo1 = 0.00E+
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Lce_Lme_Lwe_Lze = 7.50E-5
rp = 2.00E-1
rf = 1.00E-1
lfe = 5.00E-2
te = 7.50E-1
Rz = 0.00E+
Ni = 6.80E-1
Ng = 6.80E-1
Ai = 4.00E+6
Ci = 5.00E-1
Ce = 5.00E-1
Ct = 1.00E+
Pz = 2.00E-1
Pli = 2.00E-1
Cli = 1.00E+
P = 1.00E+

Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 7.50E-5
Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Lo1 = 0.00E+
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Lce_Lme_Lwe_Lze = 7.50E-5
rp = 2.00E-1
rf = 1.00E-1
lfe = 5.00E-2
te = 7.50E-1

ANNEXE 2

Lexique

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

Effet réducteur

Réduction des perturbations HF par la proximité du conducteur victime avec la masse. L'effet réducteur est le rapport de l'amplitude de la perturbation collectée par un câble non blindé ou loin des masses à celle collectée par le même câble blindé ou installé contre un conducteur de masse.

Electrode de terre

Élément ou ensemble d'éléments de la prise de terre assurant un contact électrique direct avec la terre et dissipant le courant de décharge atmosphérique dans cette dernière.

Equipements métalliques

Éléments métalliques répartis dans l'espace à protéger, pouvant écouler une partie du courant de décharge atmosphérique tels que canalisations, escaliers, guides d'ascenseur, conduits de ventilation, de chauffage et d'air conditionné, armatures d'acier interconnectées.

Étincelle dangereuse (étincelage)

Décharge électrique inadmissible, provoquée par le courant de décharge atmosphérique à l'intérieur du volume à protéger.

Foudre

Décharge électrique aérienne, accompagnée d'une vive lumière (éclair) et d'une violente détonation (tonnerre).

Installation de Protection contre la Foudre (I.P.F.)

Installation complète, permettant de protéger une structure contre les effets de la foudre. Elle comprend à la fois une installation extérieure (I.E.P.F.) et une installation intérieure de protection contre la foudre (I.I.P.F.)

Liaison équipotentielle

Éléments d'une installation réduisant les différences de potentiels entre masse et élément conducteur.

Mode commun (MC)

Un courant de mode commun circule dans le même sens sur tous les conducteurs d'un câble. La différence de potentiels (d.d.p.) de MC d'un câble est celle entre le potentiel moyen de ses conducteurs et la masse. Le mode commun est aussi appelé mode longitudinal parallèle ou asymétrique.

Mode différentiel (MD)

Un courant de mode différentiel circule en opposition de phase sur les deux fils d'une liaison filaire, il ne se referme donc pas dans les masse. Une différence de potentiels (d.d.p.) de MD se mesure entre le conducteur signal et son retour. Le mode différentiel est aussi appelé mode normal, symétrique ou série.

Niveau de protection

Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.

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

Surface équivalente

Surface de sol plat qui recevrait le même nombre d'impacts que la structure ou le bâtiment en question. Cette surface est toujours plus grande que la seule emprise au sol de l'ensemble à protéger. On la détermine en pratique en entourant fictivement le périmètre de cet ensemble par une bande horizontale, dont la largeur est égale à trois fois sa hauteur. Elle peut ensuite être corrigée en tenant compte des objets environnants : arbres, autres structures, susceptibles de dévier un coup de foudre vers eux.

Surtension

Variation importante de faible durée de la tension.

Tension de mode commun

Tension mesurée entre deux fils interconnectés et un potentiel de référence (voir mode commun).

Tension différentielle

Tension mesurée entre deux fils actifs (voir mode différentiel).

Tension résiduelle d'un parafoudre

Tension qui apparaît sur une sortie d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge.

TGBT

Tableau Général Basse Tension

Traceur

Predécharge progressant à travers l'air et formant un canal faiblement ionisé.

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

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



ÉTUDE TECHNIQUE Foudre

TRAMMELL CROW Lot 22 APPOIGNY (89)

TRAMMELL CROW Lot 22 APPOIGNY (89)

Référence document
RGC 28 272

RESUME :

Ce document représente l'Etude Technique Foudre de l'entrepôt **TRAMMELL CROW Lot 22** en projet sur la commune d'**APPOIGNY** dans le département de l'**Yonne (89)**.

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

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

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

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : Guelleh MAHAMOUD Société : RG CONSULTANT Date : 24/01/2023 Visa 	Nom : Martin GOIFFON Société : RG CONSULTANT Date : 24/01/2023 Visa 	A

DIFFUSION :

EPOPS 31, rue Henri Poincaré CS 46215 45062 Orléans Cedex 2 www.epops-conseil.com	RG CONSULTANT 333 cours du 3ème Millénaire 69800 SAINT-PRIEST Bâtiment Le Pôle – 2ème étage Tél. +33 (0)4 37 41 16 10 info@rg-consultant.com www.rg-consultant.com
--	--

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 28 272	24/01/2023	Étude Technique

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR EPOPS

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Non	
Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant)	Non	
P.O.I (Plan d'Opération Interne)	Non	
Liste et implantation des EIPS ou MMR	Non	
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	Non	
Synoptique Courant fort	Non	
Synoptique Courant faible	Non	
Plan de masse	Oui	230117-ITCPX1-PC2.1
Plan de coupe	Oui	230117-ITCPX1-PC3
Plan des façades	Oui	230117-ITCPX1-PC2.2
Plan de zonage ATEX	Non	
Analyse de Risque Foudre	Oui	RGC 28 271

Tableau 1 : Liste des documents

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

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

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

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
1.1 OBJET	5
1.2 PRESENTATION GENERALE DU SITE	6
2. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES	7
2.1 TEXTES REGLEMENTAIRES.....	7
2.2 NORMES DE REFERENCES	7
3. MÉTHODOLOGIE.....	8
3.1 PRESENTATION GENERALE	8
3.2 LIMITE DE L'ÉTUDE TECHNIQUE.....	8
4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	9
4.1 SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (SPF)	9
4.2 MESURES DE PREVENTION EN CAS D'ORAGE.....	9
5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS.....	10
5.1 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS	10
5.1.1 Réseau Normal.....	10
5.1.2 Réseau Secours	10
5.1.3 Réseau Ondulé	10
5.1.4 Réseau photovoltaïque	10
5.2 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES	10
5.3 PROTECTION INCENDIE	10
5.4 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS.....	10
5.5 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES.....	11
5.6 SITUATIONS REGLEMENTAIRES	11
5.7 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION.....	11
5.8 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES.....	12
6. TRAVAUX A REALISER - EFFETS DIRECTS DE LA Foudre	13
6.1 DISPOSITIONS GENERALES	13
6.2 DIFFERENTS TYPES D'I.E.P.F.....	13
6.3 CHOIX DU TYPE D'I.E.P.F.....	16
6.4 MISE EN ŒUVRE DE L'I.E.P.F.....	16
6.4.1 Entrepôt Lot 22.....	16
6.4.2 Dispositifs de descente et mise à la terre	17
6.5 MISE A LA TERRE DES CANALISATIONS	25
6.4.3 Mise à la terre des panneaux photovoltaïques.....	26
7. TRAVAUX A REALISER - EFFETS INDIRECTS DE LA Foudre	28
7.1 PARAFoudRES SUR INSTALLATIONS PV	30
7.1.1 Principe de raccordement des parafoudres courant fort dans une installation PV.....	31
7.2 PROTECTION DES COURANTS FORTS.....	32
7.2.1 Détermination des caractéristiques des parafoudres type I et I + II.....	32
7.2.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II	34
7.2.3 Raccordement	36
7.2.4 Dispositif de deconnexion	36
8. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX	38
9. REALISATION DES TRAVAUX.....	39

10.	VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS	39
10.1	VERIFICATION INITIALE.....	39
10.2	VERIFICATIONS PERIODIQUES	40
10.3	VERIFICATIONS SUPPLEMENTAIRES	40
11.	TABLEAU DE SYNTHESE	41

ANNEXES

Annexe 1 : Note de calcul de la distance de séparation

Annexe 2 : Notice de Vérification et de Maintenance

Annexe 3 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

Dans le cadre du projet de l'entrepôt de la société **TRAMMEL CROW** prévu sur la commune de **APPOIGNY**, une Etude Technique est réalisée.

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

L'Etude Technique, objet de ce document, est menée sur la base des résultats de l'Analyse du Risque Foudre réalisée par **RG CONSULTANT**, détaillés dans le rapport **RGC 28 271**.

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

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

1.2 Présentation générale du site

La société **TRAMMELL CROW** prévoit de construire un entrepôt logistique de produits divers (Non dangereux). L'entrepôt du lot 22 sera constitué de :

- Deux cellules de stockage,
- D'un local de charge,
- De bureaux,
- De locaux techniques,
- D'un poste de Garde,
- D'un local Sprinkler.

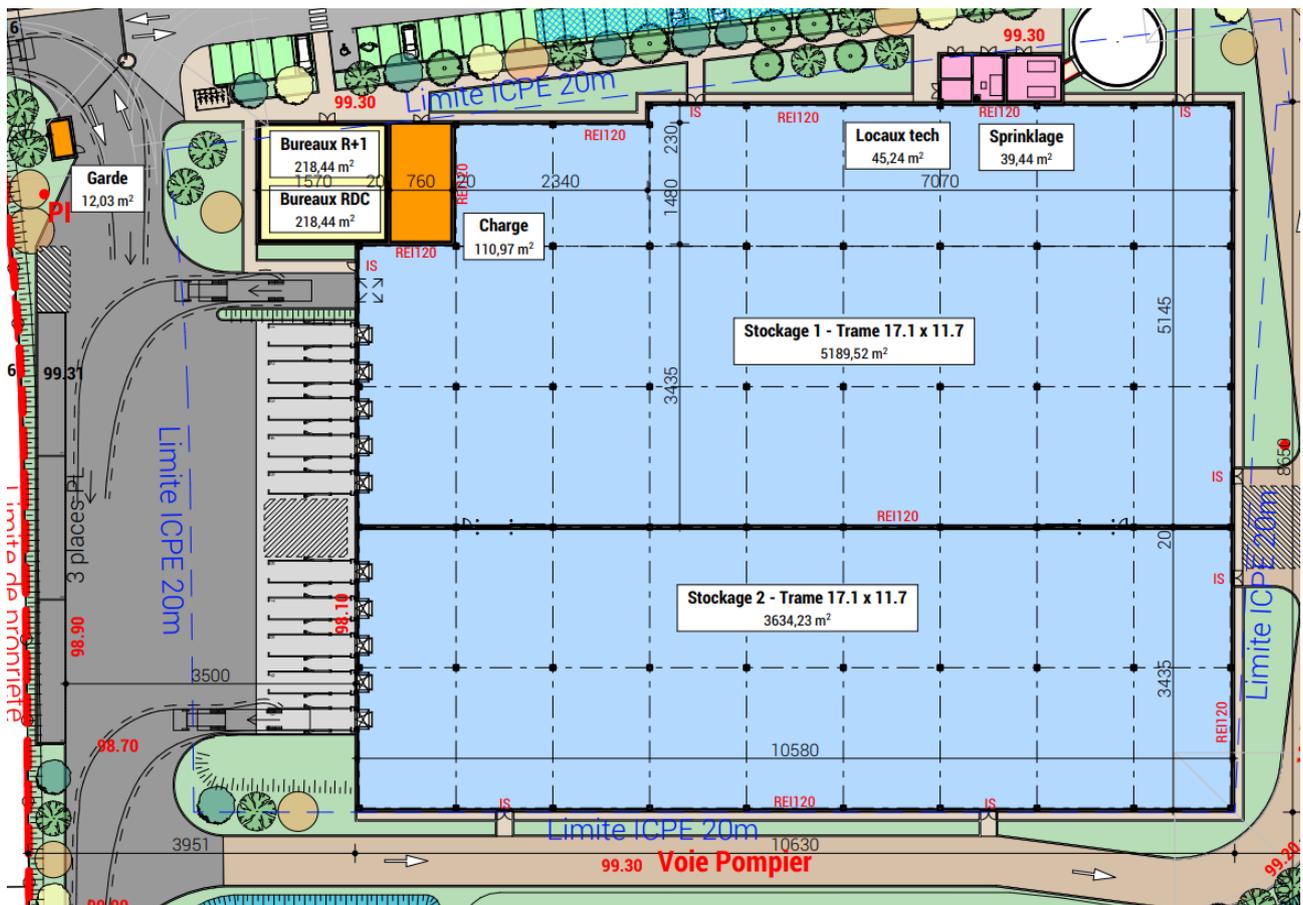


Figure 1 : Plan de masse du site

2. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES

2.1 Textes réglementaires

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

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

2.2 Normes de références

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

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

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

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

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

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

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

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

NF EN 61 643-12 – Parafoudres BT

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

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

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

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

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

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

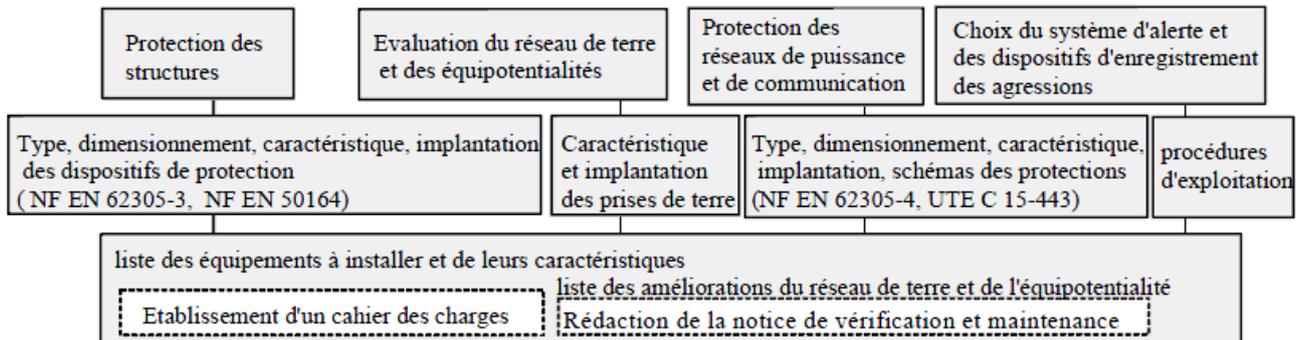
NF EN 61 643-32 – mai 2017 [Parafoudres pour installation photovoltaïque].

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Présentation générale

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

Selon l'ARF **Etude technique du système de protection**



3.2 Limite de l'Étude Technique

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

Elle ne concerne pas :

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

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

4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

4.1 Système de protection contre la foudre (SPF)

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

Structure	Protection effets directs	Protection effets indirects
Entrepôt	Protection de niveau IV	Protection de niveau IV

Tableau 2 : Synthèse des protections foudre

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

Structure	Organes de sécurité
Entrepôt	Sprinkler
	Surpresseur
	Centrale détection incendie

Tableau 3 : Synthèse des MMR

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

Zone	Nom
Entrepôt	Gaz
	Eau
	Eau Sprinkler

Tableau 4 : Synthèse des liaisons équipotentielles à prévoir

4.2 Mesures de prévention en cas d'orage

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

5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS

5.1 Caractéristiques des courants forts

5.1.1 Réseau Normal

N'ayant reçu aucune information concernant l'alimentation du site, nous estimons que le site sera alimenté en haute tension 20kV via 1 poste de livraison en bordure de site.

5.1.2 Réseau Secouru

Nous estimons que le site sera dépourvu de système de secours électrique de type groupe électrogène de sécurité.

5.1.3 Réseau Ondulé

Le site ne disposera pas de réseau ondulé.

5.1.4 Réseau photovoltaïque

D'après les plans fournis par le client, nous estimons que le site sera équipé de panneaux photovoltaïques en toiture.

5.2 Caractéristiques des courants faibles

Le projet sera raccordé au réseau ORANGE via une ligne fibre souterraine vers la zone administrative. La fibre n'étant pas impactable par la foudre cette ligne ne sera donc pas prise en compte dans cette étude.

5.3 Protection incendie

Le site sera doté des moyens de protection et de prévention suivants :

- Extincteurs et RIA,
- Sprinkler,
- Surpresseur,
- Détection incendie,
- Murs coupe-feu 2h entre les différentes cellules.

5.4 Mise à la terre des installations

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

5.5 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom	Nature
Entrepôt	Gaz	Inconnue
	Eau	Inconnue
	Eau Sprinkler	Inconnue

Tableau 5 : Canalisations du site

Source : Selon infos clients.

5.6 Situations Règlementaires

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

Rubrique	Désignation de la rubrique	Régime
1510	Entrepôts couverts (installations, pourvues d'une toiture, dédiées au stockage de matières ou produits combustibles en quantité supérieure à 500 tonnes)	Enregistrement
2925	Accumulateurs (ateliers de charge d').	Déclaration

Tableau 6 : Rubriques ICPE

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

5.7 Zones à risques d'explosion

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

Le risque d'explosion ne sera donc pas retenu.

5.8 Mesures de maîtrise des risques

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

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Extincteur	Non
Surpresseur	Oui
Centrale détection incendie	Oui
RIA	Non
Sprinkler	Oui

Tableau 7 : Liste des équipements de sécurité

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

6. TRAVAUX A REALISER - EFFETS DIRECTS DE LA Foudre

6.1 Dispositions générales

Son rôle est :

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

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

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

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

6.2 Différents types d'I.E.P.F

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

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

Ils peuvent être constitués par une combinaison des composants suivants :

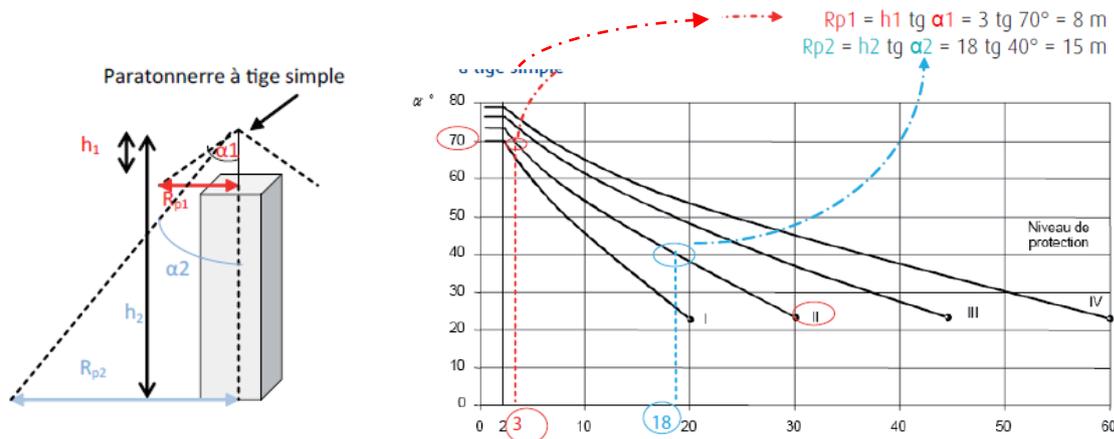
- tiges simples,
- fils tendus,
- cages maillées et/ou composants naturels...

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

○ Tiges simples

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

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



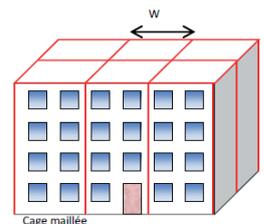
Détermination de l'angle de protection en fonction de la hauteur de la tige du paratonnerre et du niveau de protection

○ **Cages maillées**

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

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

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



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

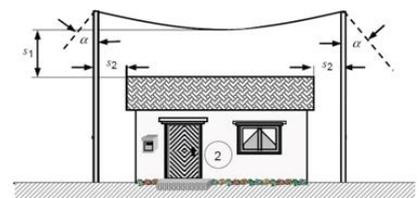
Largeur des mailles et distances habituelles entre les descentes et le ceinturage en fonction du niveau de protection

○ **Fils tendus**

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

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

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



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

➤

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

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

Tableau 8 : Rayon de protection des PDA

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

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

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

Tableau 9 : Avantages et inconvénients par SPF

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

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

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

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

6.4 Mise en œuvre de l'I.E.P.F

6.4.1 Entrepôt Lot 22

6.4.1.1 Niveau de protection à atteindre

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

6.4.1.2 Dispositif de capture

Les travaux à mettre en œuvre sont :

- L'installation de **2 PDA** testables IN SITU.

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

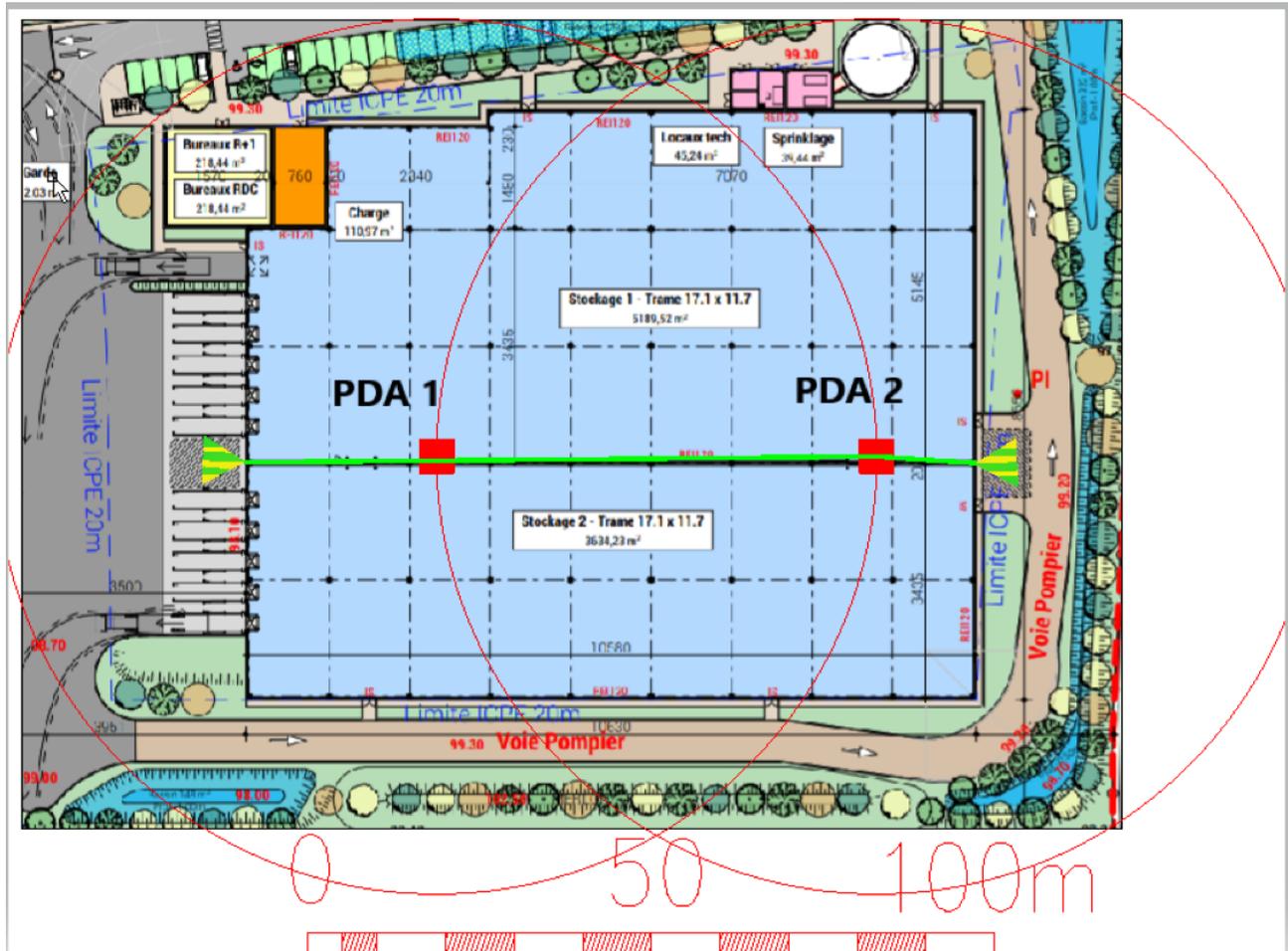
Paratonnerre	Hauteur des mâts	Δt	Niveau de protection	Rayon de protection
2 PDA	5 mètres	60 μs	IV	64,2 m

Tableau 10 : I.E.P.F à installer

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

L'installation de paratonnerre testable à distance selon les recommandations du fabricant pourra être envisagée afin de réduire les coûts de vérifications (l'installateur devra fournir à l'exploitant le système de test en même temps que les PDA).

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



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

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

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

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

6.4.2 Dispositifs de descente et mise à la terre

6.4.2.1 Conducteurs de descente

Pour un SPF à dispositif d'amorçage non isolé, chaque PDA doit être connecté à au moins deux conducteurs de descente. Néanmoins, la norme NFC 17102 version 2011 nous indique que lorsque plusieurs PDA se trouvent sur le même bâtiment, les conducteurs de descente peuvent être mutualisés. Ainsi, s'il y a n PDA sur le toit, il n'est pas systématiquement nécessaire d'avoir $2n$ conducteurs de descente mais un minimum de n conducteurs de descente spécifique est nécessaire.

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

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

Tableau 12 : Distances de séparation

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

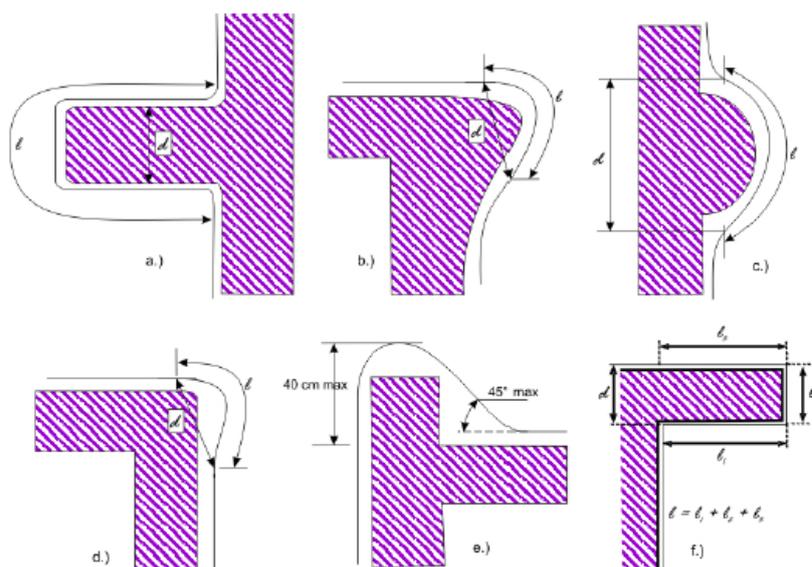
Les courants forts/faibles devront être blindés (caméras, antenne hertzienne) ou protégés à l'aide de parafoudres (parafoudres BT et coaxiaux) en cas de non-respect de cette distance de séparation.

6.4.2.2 Cheminement des conducteurs de descente

Les conducteurs de descente doivent être installés de sorte que leurs cheminements soient aussi directs et aussi courts que possible, en évitant les angles vifs et les sections ascendantes (les rayons de courbure doivent être supérieurs à 20 cm).

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

Il convient d'éviter tout cheminement autour des acrotères, des corniches et plus généralement des obstacles. Une hauteur maximale de 40 cm est admise pour passer au-dessus d'un obstacle avec une pente de 45° ou moins. Il est rappelé que la règle principale pour le cheminement des conducteurs de descente est la distance de séparation calculé au chapitre 6.4.2.1 de cette étude.



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

Figure 2 : Formes de courbure des conducteurs de descente

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

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

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

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

6.4.2.3 Matériaux et dimensions

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

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

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

Tableau 13: Nature des conducteurs de descente

6.4.2.4 Joint de contrôle

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

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

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

6.4.2.5 Compteur de coups de foudre

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

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

Dans notre cas, la solution retenue est le compteur de coups de foudre sur le conducteur de descente le plus direct du paratonnerre. Il doit être situé de préférence juste au-dessus du joint de contrôle et être conforme à la NF EN 62561. Il faut au minimum **un compteur par paratonnerre.**

6.4.2.6 Autorisation d'intervention à proximité des réseaux

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

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

6.4.2.7 Prise de terre

Une prise de terre de type B (boucle) peut être réalisé si le fond de fouille est supérieur ou égal à 50mm², sinon il y aura lieu de prévoir **une prise de terre type A au bas de chaque descente**.

Au total, **2 prises de terre** devront être créées afin de relier les installations à la terre.

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

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

- éviter les prises de terre équipées d'un composant vertical ou horizontal unique excessivement long (> 20 m) afin d'assurer une valeur d'impédance ou d'inductance la plus faible possible.

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

➤ Patte d'oie

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

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

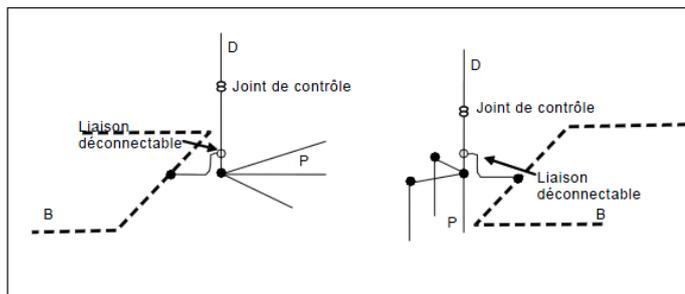
➤ Prise de terre ligne ou triangle

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

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

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

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



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

Figure 3 : Schéma de principe « prise de terre »

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

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

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

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

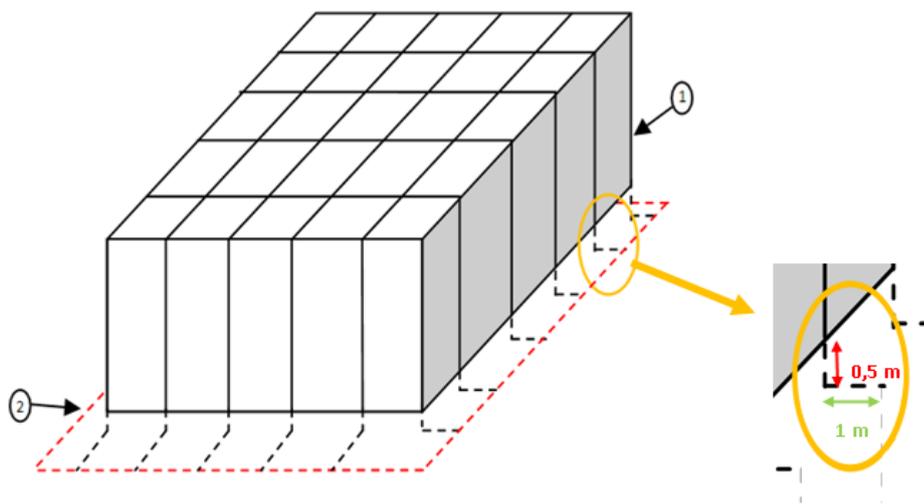


Schéma de principe « prise de terre type B »

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

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

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

Tableau 14 : Nature des prises de terre selon la norme

6.4.2.8 Dispositions complémentaires pour les prises de terre

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

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

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

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

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

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

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

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

- 160 m pour le niveau de protection I (respectivement 100 m pour les autres niveaux de protection) pour une électrode horizontale ;

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

6.4.2.9 Equipotentialité des prises de terres

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

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

6.4.2.10 Condition de proximité

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

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

6.4.2.11 Tension de contact et de pas

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

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

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

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

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

6.5 Mise à la terre des canalisations

Il est rappelé que toutes les canalisations métalliques rentrantes et sortantes devront être raccordées au réseau de terre et de masse du bâtiment à leur point de pénétration (liaisons avec les remontées de prise de terre de préférence) suivant le principe de la figure suivante. Ces liaisons d'interconnexion au réseau de terre du bâtiment sont notamment à faire au niveau des canalisations métalliques transportant des produits à risque (canalisations de gaz combustible et médicaux en particulier)
Ces liaisons devront se faire par l'intermédiaire d'un conducteur normalisé NF EN 62305-3.

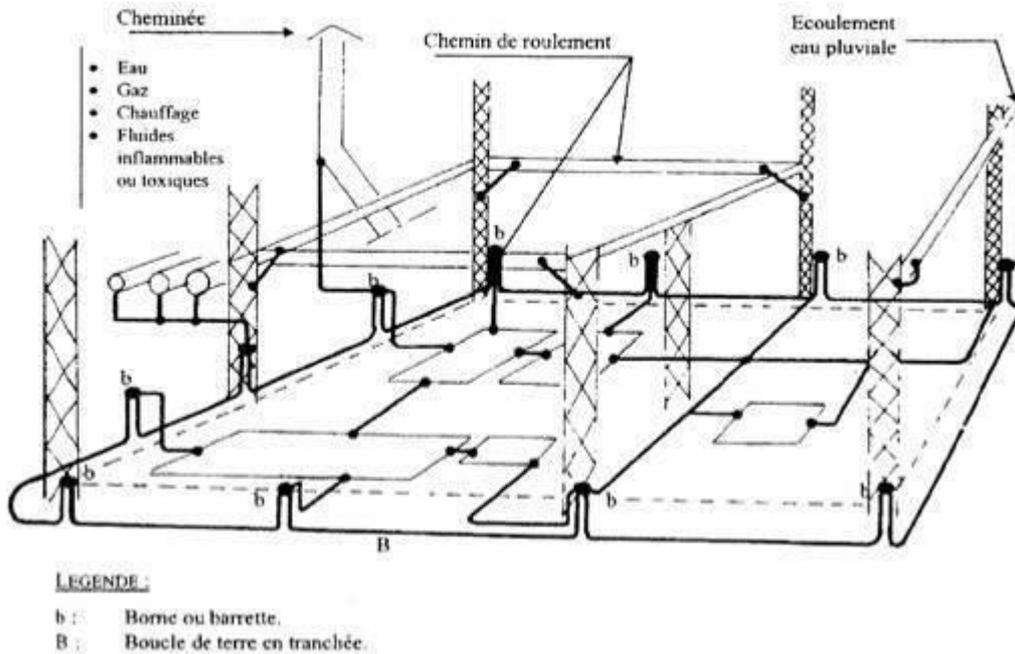


Figure 4: Principe général de mises à la terre

Zone	Nom	Mise à la terre
Entrepôt	Canalisation Gaz	A réaliser (si métallique)
	Canalisation Eau	A réaliser (si métallique)
	Canalisation Sprinkler	A réaliser (si métallique)

Tableau 15 : Canalisations entrantes

6.4.3 Mise à la terre des panneaux photovoltaïques

Les travaux à mettre en œuvre sont :

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

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

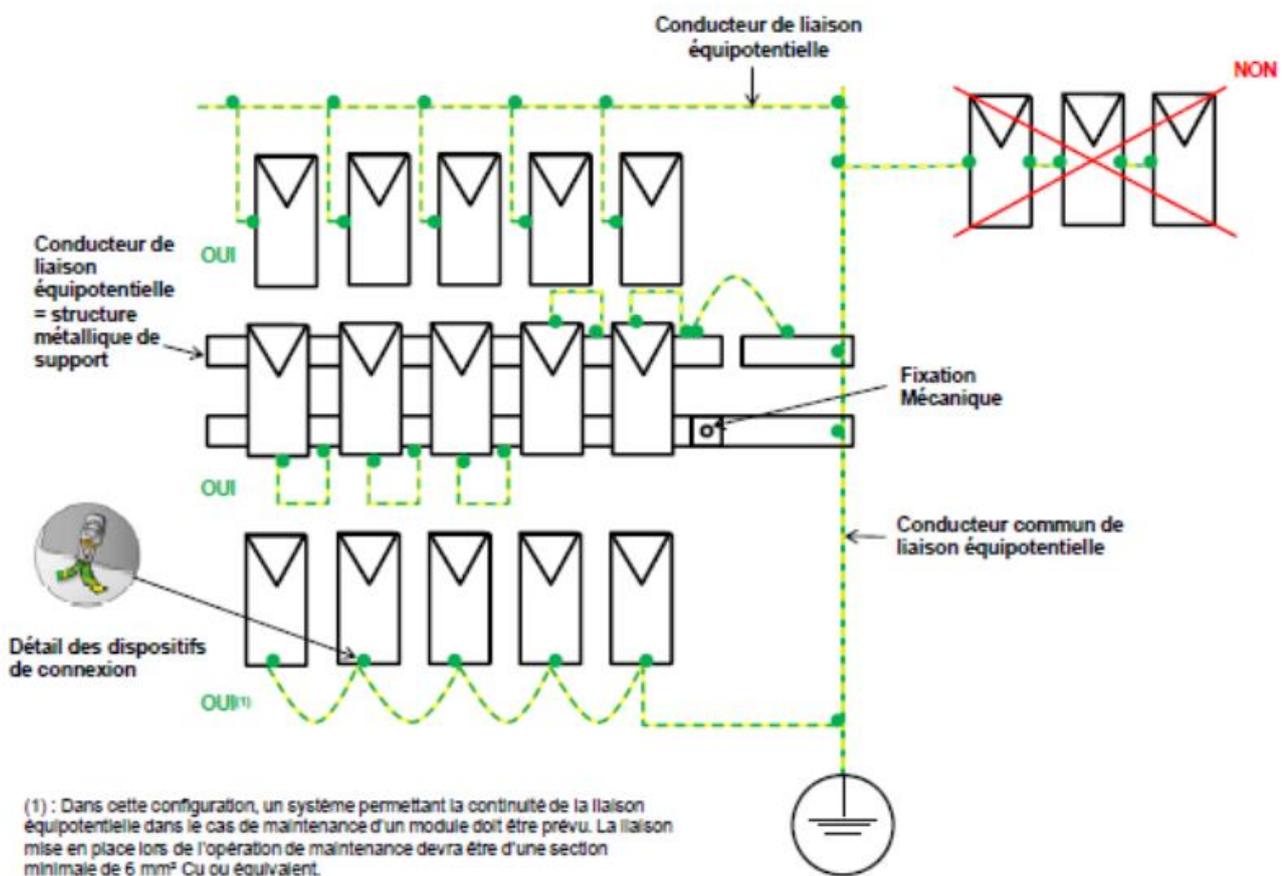
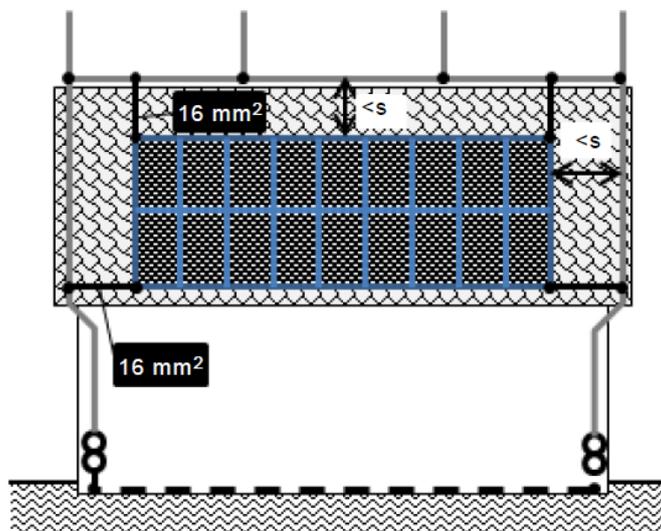


Figure 5 : Exemple de mise à la terre des panneaux photovoltaïques



IEC

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

Figure 6 : Exemple de bâtiment comportant une installation extérieure du système de protection contre la foudre – Dimensions des conducteurs de liaison équipotentielle en cas de non-maintien de la distance de séparation (s)

7. TRAVAUX A REALISER - EFFETS INDIRECTS DE LA Foudre

Les résultats de l'analyse de risque aboutissent à une **protection obligatoire** contre les **effets indirects de niveau IV** sur le site **TRAMMEL CROW d'APPOINGNY (89)**.

Une protection devra être mise en place :

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

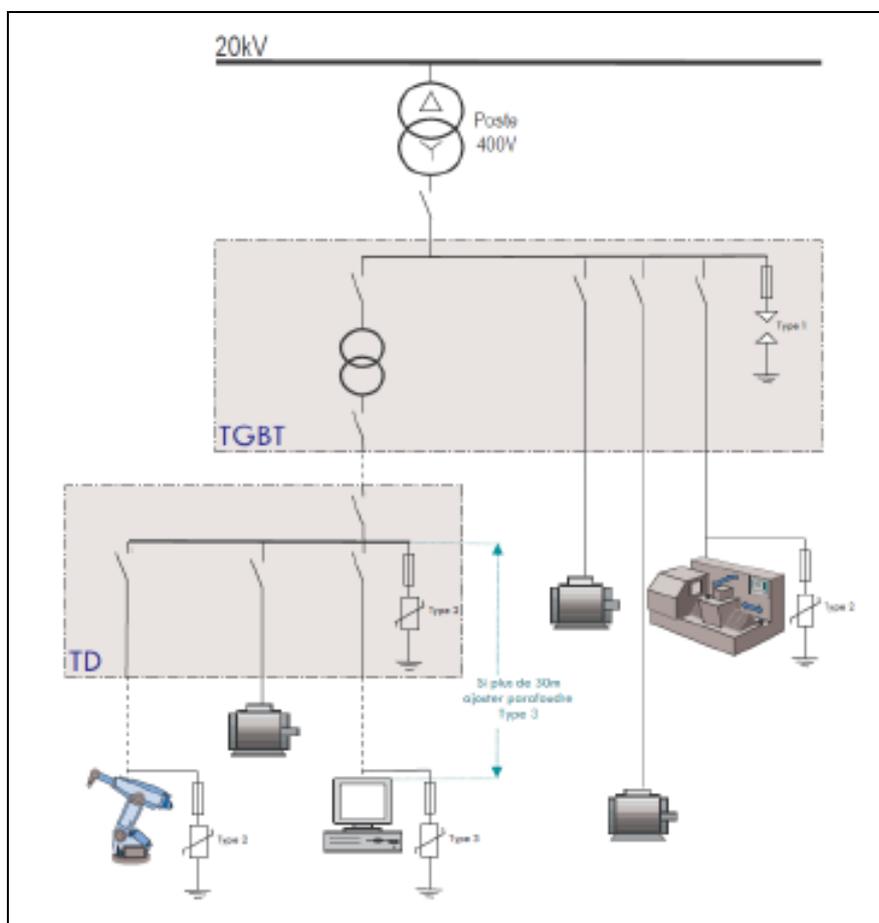


Figure 7 : Principe de protection par parafoudres

Nous préconisons :

<i>Bâtiment</i>	<i>Armoire</i>	<i>Préconisation</i>
<i>Entrepôt</i>	<i>TGBT</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
	<i>TD Cellule 1</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
	<i>TD Cellule 2</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2

Tableau 16 : Protection type 1

<i>Bâtiment</i>	<i>Armoire</i>	<i>Préconisation</i>
<i>Local Technique</i>	<i>TD Sprinkler</i>	Installation d'un Parafoudre de type 2
	<i>TD Surpresseur</i>	Installation d'un Parafoudre de type 2
	<i>TD Centrale détection incendie</i>	Installation d'un Parafoudre de type 2
	<i>Installation Photovoltaïque</i>	Installation de parafoudres conformément au §7.1
<i>Poste de Garde</i>	<i>Td Poste de Garde</i>	Installation d'un Parafoudre de type 2

Tableau 17 : Protection type 2

7.1 **Parafoudres sur installations PV**

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

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

Tableau 18 : Protection parafoudre pour installation PV

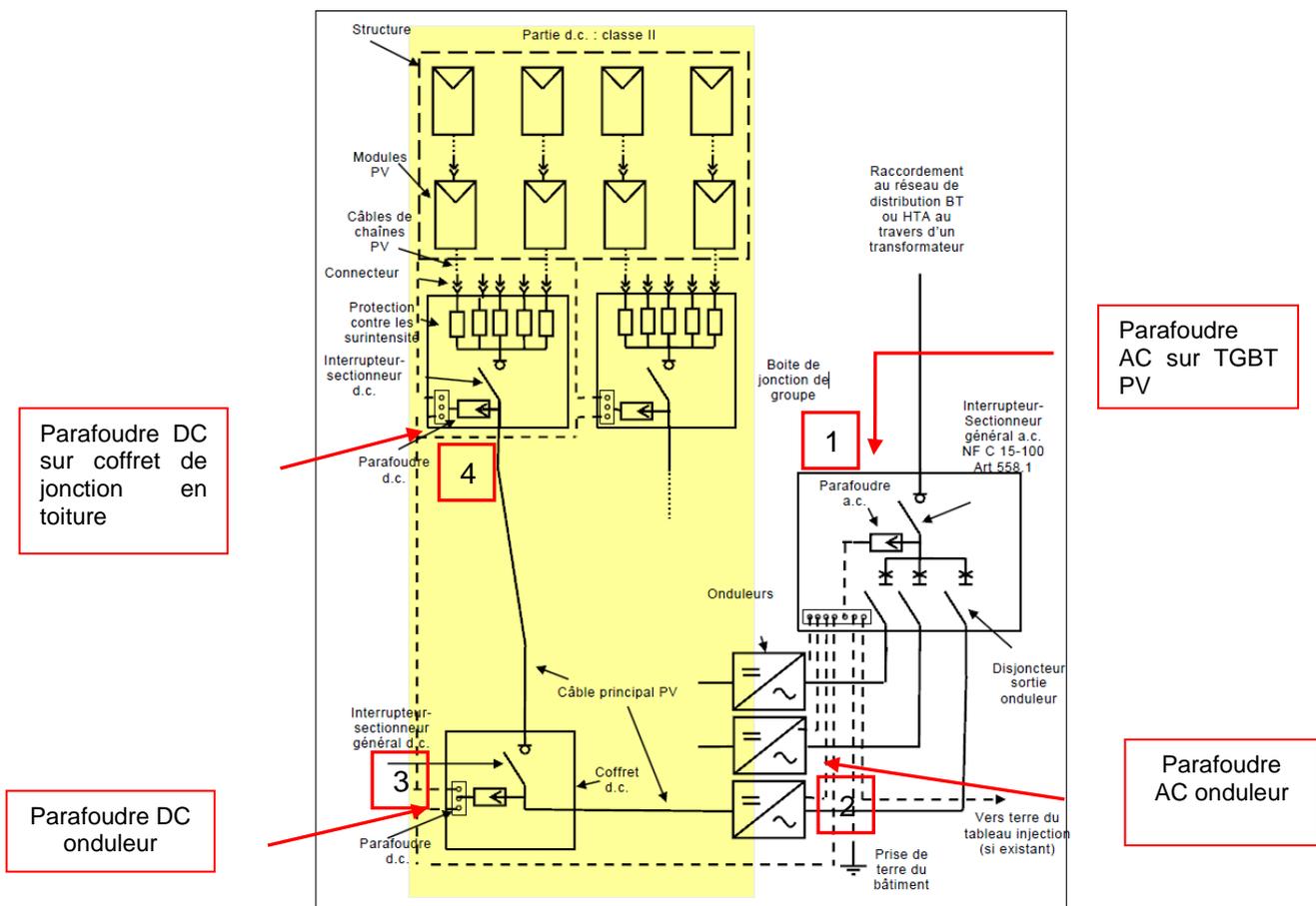


Figure 8 : Implantation des parafoudres sur l'installation PV. (UTE 15-712)

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

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

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

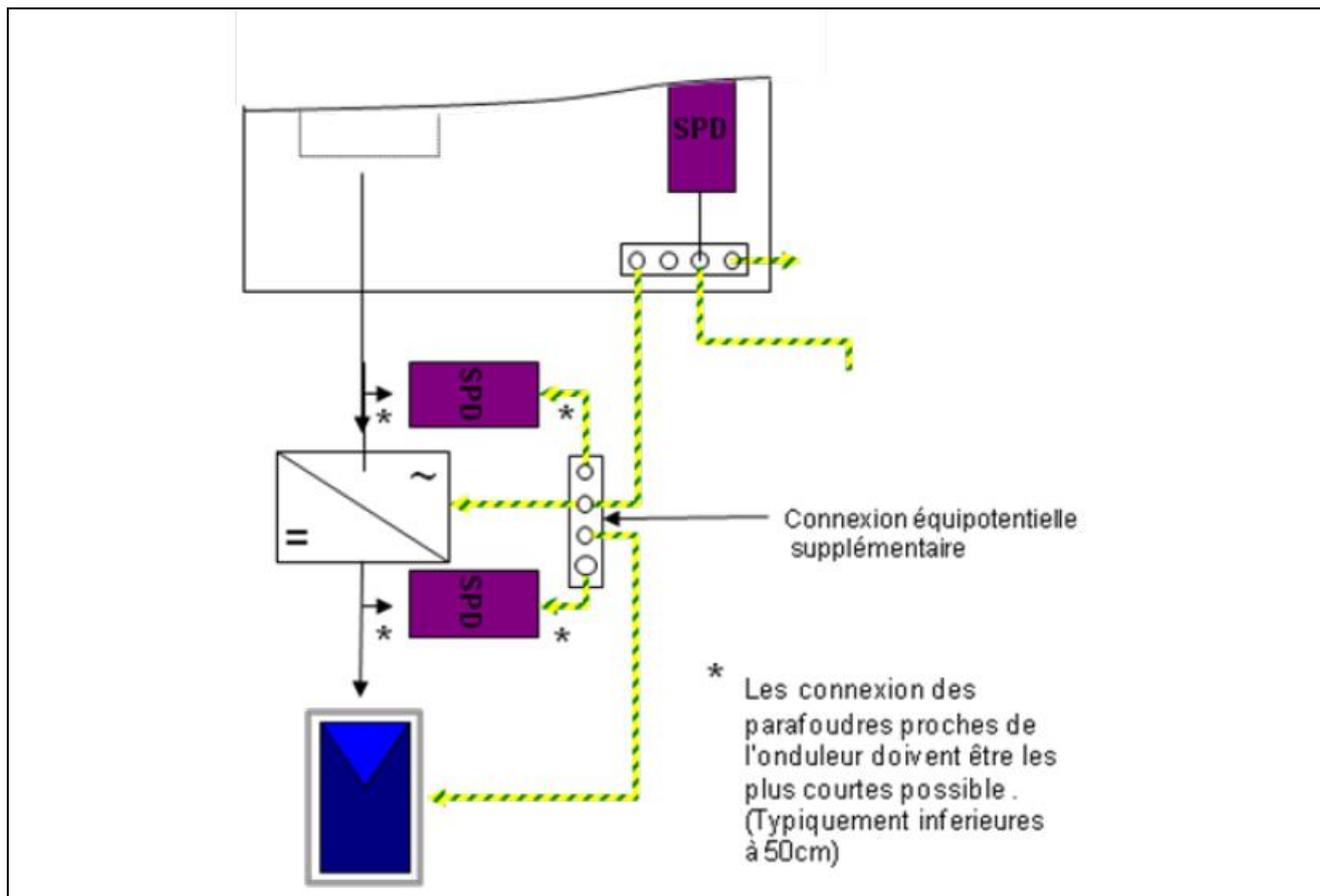


Figure 9 : Distances à respecter pour le câblage des parafoudres

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

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

7.2 Protection des courants forts

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

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

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

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

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

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

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

Il dépend de :

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

I (kA)	P	Niveau de protection
100	0,05	IV et III
150	0,02	II
200	0,01	I
300	0,005	I+
400	0,002	I++
600	0,001	I+++

Tableau 19: Valeurs du courant de foudre direct I_{imp} maxi

- du nombre de pôles.

Ce courant est donné par la formule suivante :

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

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

	Entrepôt
Régime de neutre	A définir
Pour le n	6
Pour le m	3
n x m=	18
Calcul niveau IV et III (0,5 / (n x m)) x 100 =	2,77

Tableau 20 : Calcul du limp

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

On retrouve ainsi les résultats suivants :

Caractéristiques :

- Régime de neutre : **A définir**
- Tension maximale en régime permanent : **$U_c \geq 253V / 400 V$ pour IT**
- Intensité de court-circuit à respecter : **$I_{cc} \geq I_{k3}$**
- Courant maximum de décharge (onde 10/350 μs) : **$I_{imp} \geq 12,5 kA$**
- Niveau de protection : **$U_p \leq 1,5 kV / 1,8 kV$ pour IT**

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

7.2.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II

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

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

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

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

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

Calcul du courant In des parafoudres de type 2 selon le Guide UTE C 15-443 :

- **Evaluation du niveau d'exposition aux surtensions de foudre**

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

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

Où :

- **Nk** : est le niveau kéraunique local, (**Nsg x 10**)
- **LBT** : est la longueur en km de la ligne BT alimentant l'installation.
 - o Pour des valeurs supérieures ou égales à 0,5 km, on retient LBT = 0,5.
- **δ** : est un coefficient prenant en compte la situation de la ligne et celle du bâtiment.
 - o La valeur de δ est donnée dans le tableau ci-dessous.

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

Tableau 21: Valeurs de δ selon la situation de la ligne et du bâtiment

Application de la formule :

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

Soit : F = 21,76.

Le paramètre F est donc égal à 21,76 pour ce site.

- **Choix de In**

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

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

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

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

Tableau 22: Choix de In dans le cas des parafoudres de type 2

	Entrepôt
In (kA)	5 kA

Tableau 23: Résumé du In pour les bâtiments du site

Caractéristiques :

- Régime de neutre : **A définir**
- Tension maximale en régime permanent **$U_c \geq 253V / 400 V$ pour IT**
- Intensité de court-circuit à respecter : **$I_{cc} \geq I_{k3}$**
- Courant nominal de décharge (onde 8/20 μs) **$I_n \geq 5 kA$**
- Niveau de protection **$U_p \leq 1,5 kV / 1,8 kV$ pour IT**

7.2.3 Raccordement

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

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

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

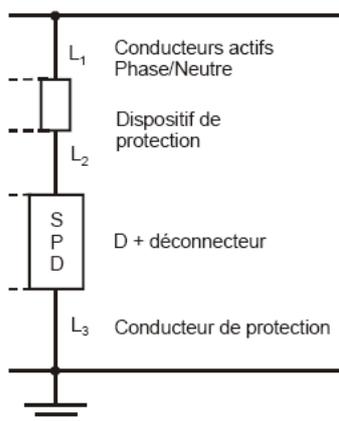


Figure 10 : Principe de câblage d'un parafoudre

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

7.2.4 Dispositif de déconnexion

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

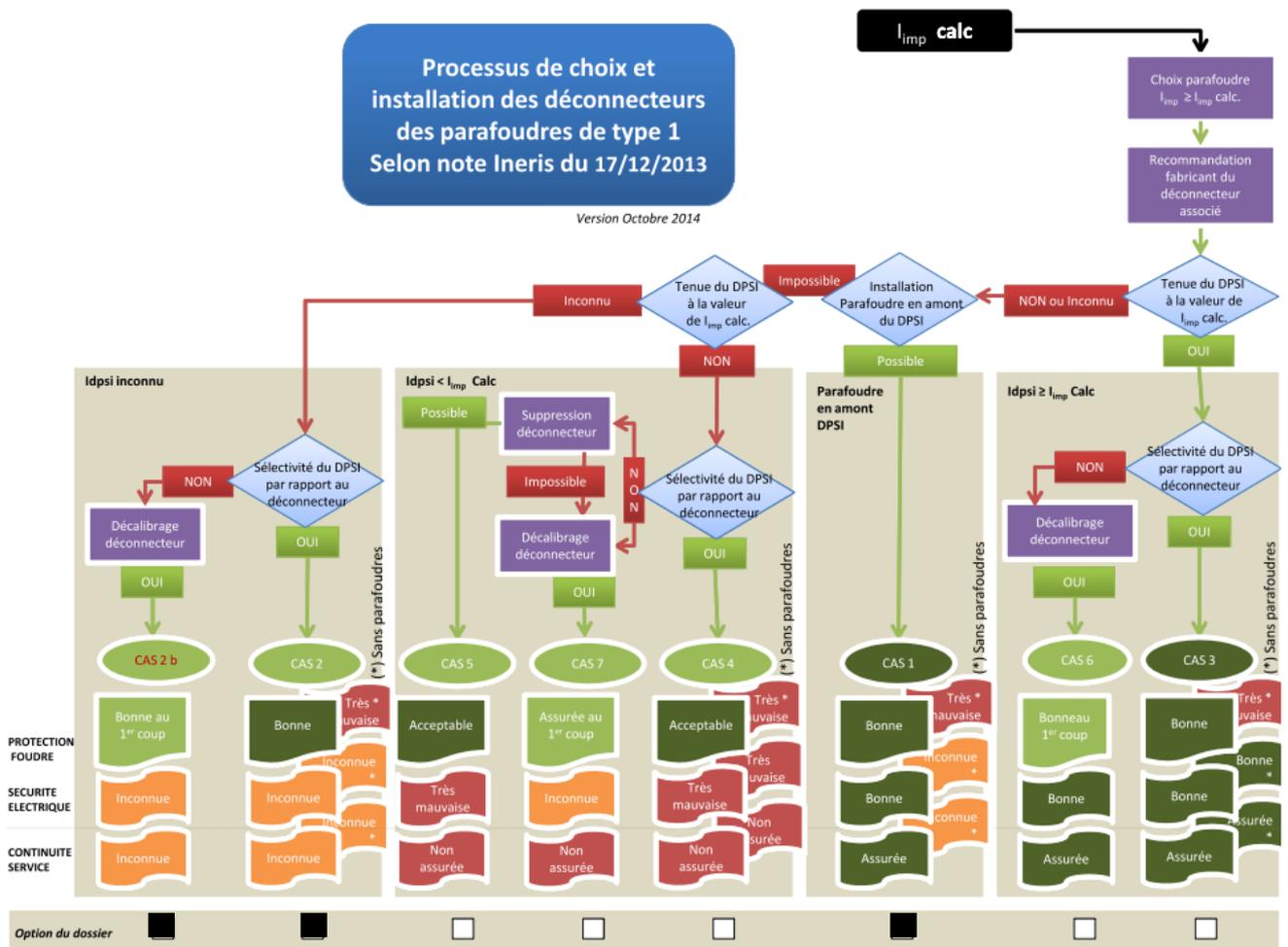


Figure 11 : Dispositifs de déconnexion des parafoudres de type 1

8. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX

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

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

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

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



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



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

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

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

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

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

Mesure de prévention à mettre en place :

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

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

9. REALISATION DES TRAVAUX

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



« Installation de paratonnerres et parafoudres ».

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

La marque Qualifoudre :

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

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

10. VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS

10.1 Vérification initiale

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

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

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

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

10.2 Vérifications périodiques

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

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

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

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

Tableau 24 : D'après NF EN 62 305-3

Les intervalles entre vérifications donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le cas du site **TRAMMEL CROW d'APPOIGNY (89)**, l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

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

Note importante :

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

10.3 Vérifications supplémentaires

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

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

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

11. TABLEAU DE SYNTHÈSE

Installations/ Equipements	Travaux à mettre en œuvre
EFFETS DIRECTS	
Entrepôt	Installation d'un SPF de niveau IV , conformément au § 6 de cette Etude Technique
Canalisations	Mise à la terre des canalisations selon le § 6.5
EFFETS INDIRECTS	
TGBT, TD Cellule 1, TD Cellule 2	Mise en place de parafoudres type 1+2 de niveau IV : onde 10/350 μ s, conformément au § 7 de cette étude technique.
TD Sprinkler, TD Surpresseur, TD Centrale Incendie, TD PDG	Protection par parafoudres type 2 : onde 8/20 μ s, In 5 kA minimum et Up < 1,5 kV, conformément au § 7 de cette étude technique.
Photovoltaïque	Mise en place de parafoudres conformément au § 7.1 de cette étude technique.
PREVENTION	
Ensemble du site	Procédure à mettre en place et respecter en période orageuse

Tableau 25: Tableau de synthèse

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

NOTA :

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

ANNEXE 1

Note de calcul distance de séparation

CALCUL DE LA DISTANCE DE SEPARATION

PDA 1

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s

Niveau de protection	IV
Coefficient Ki	0,04

Nombre de conducteurs de descente	2
Coefficient Kc	0,75

Coefficient Km Air	1
Coefficient Km Béton, Briques	0,5

Coefficient I	53 m
---------------	------

PDA

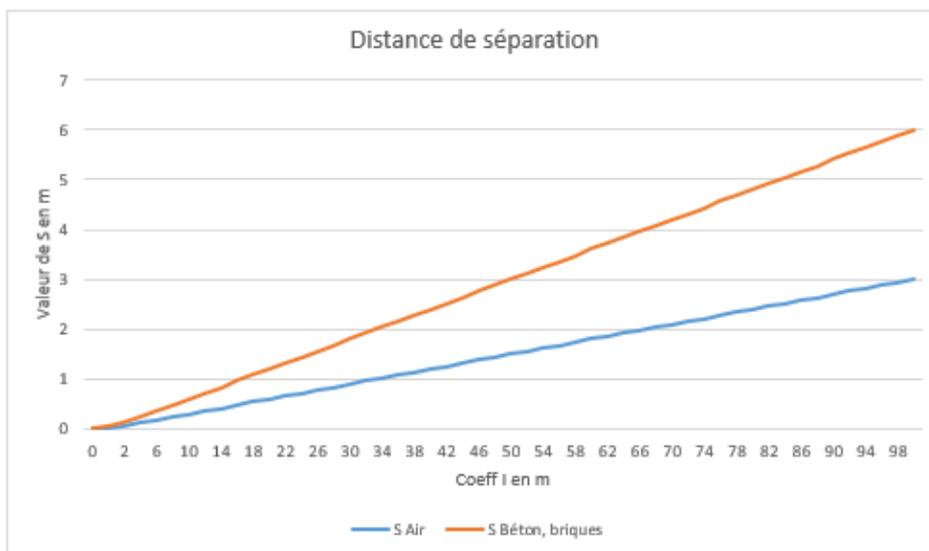
Niveau de protection	Ki
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	0,04

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

Matériau	Km
Air	1
Béton, Briques	0,5

Calcul de S Air max	1,590 m
Calcul de S Béton, Briques max	3,180 m

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



PDA 2

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s

Niveau de protection	IV
----------------------	----

Coefficient Ki	0,04
----------------	------

Nombre de conducteurs de descente	2
-----------------------------------	---

Coefficient Kc	0,75
----------------	------

Coefficient Km Air	1
Coefficient Km Béton, Briques	0,5

Coefficient l	33 m
---------------	------

Calcul de S Air max	0,990 m
Calcul de S Béton, Briques max	1,980 m

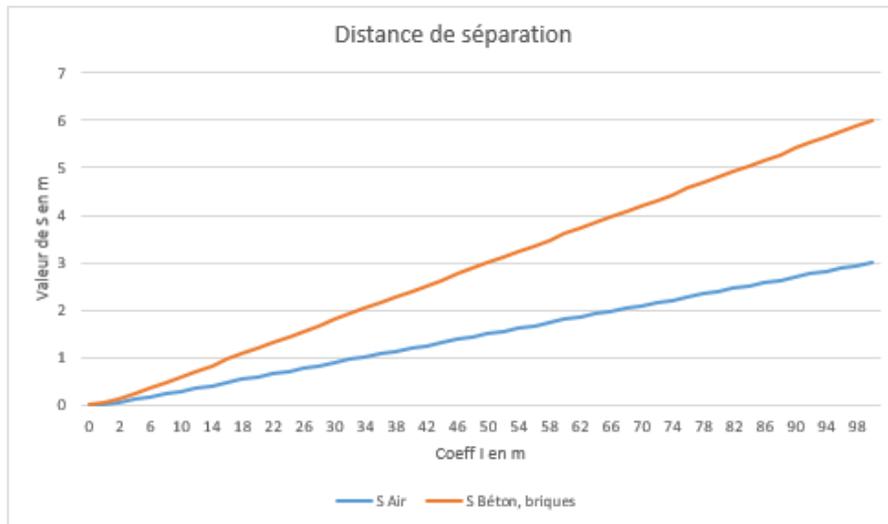
PDA

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

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

Matériau	Km
Air	1
Béton, Briques	0,5

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



ANNEXE 2

Notice de Vérification et de Maintenance

NOTICE DE VERIFICATION ET DE MAINTENANCE

TRAMMELL CROW Lot 22 APPOIGNY (89)

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : Guelleh MAHAMOUD Société : RG CONSULTANT Date : 24/01/2023 Visa 	Nom : Martin GOIFFON Société : RG CONSULTANT Date : 24/01/2023 Visa 	A

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

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



SOMMAIRE

1. ORDRES DES VERIFICATIONS 4

1.1 PROCEDURE DE VERIFICATION 4

1.2 VERIFICATION DE LA DOCUMENTATION TECHNIQUE 4

1.3 VERIFICATIONS VISUELLES..... 4

1.4 VERIFICATIONS COMPLETES 5

1.5 DOCUMENTATION DE LA VERIFICATION 6

2. MAINTENANCE 7

2.1 REMARQUES GENERALES..... 7

2.2 PROCEDURE DE MAINTENANCE..... 8

2.3 DOCUMENTATION DE MAINTENANCE..... 8

3. DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE..... 9

3.1 INSTALLATIONS EXTERIEURES DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (I.E.P.F) 9

3.1.1 *Implantations des SPF*..... 9

3.1.1 *Caractéristiques des dispositifs de capture* 10

3.1.2 *Mise à la terre des canalisations*..... 10

3.2 INSTALLATIONS INTERIEURES DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (I.I.P.F) 11

4. NOTICE DE VERIFICATION 12

4.1 NOTICES DE VERIFICATION DES SYSTEMES DE PROTECTION Foudre (SPF) 12

4.2 NOTICE DE VERIFICATION DES PARAFoudRES..... 14

5. CARNET DE BORD 15

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 28 272	24/01/2023	Notice de vérification et de maintenance

GLOSSAIRE

ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

EIPS : Equipements Importants Pour la Sécurité

SPF : Système de Protection contre la Foudre

IEPF : Installation Extérieure de Protection contre la Foudre

IIPF : Installation Intérieure de Protection contre la Foudre

1. ORDRES DES VERIFICATIONS

1.1 Procédure de vérification

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

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

1.2 Vérification de la documentation technique

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

1.3 Vérifications visuelles

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

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

1.4 Vérifications complètes

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

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

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

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

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

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

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

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

1.5 Documentation de la vérification

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

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

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

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

2. MAINTENANCE

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

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

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

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

Tableau 26 : Périodicité selon le niveau de protection.

Les intervalles entre inspections donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le cas du site **TRAMMEL CROW** sur la commune d'**APPOIGNY (89)** l'arrêté du 4 Octobre 2010 modifié précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

2.1 Remarques générales

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

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

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

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

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

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

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

2.2 Procédure de maintenance

Le site **TRAMMEL CROW** sur la commune de d'**APPOIGNY (89)** doit établir des programmes de vérifications périodiques pour tous les SPF.

La fréquence des procédures de maintenance dépend :

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

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

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

Le programme de maintenance comporte les informations suivantes :

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

2.3 Documentation de maintenance

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

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

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

3. DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE

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

3.1.1 Implantations des SPF

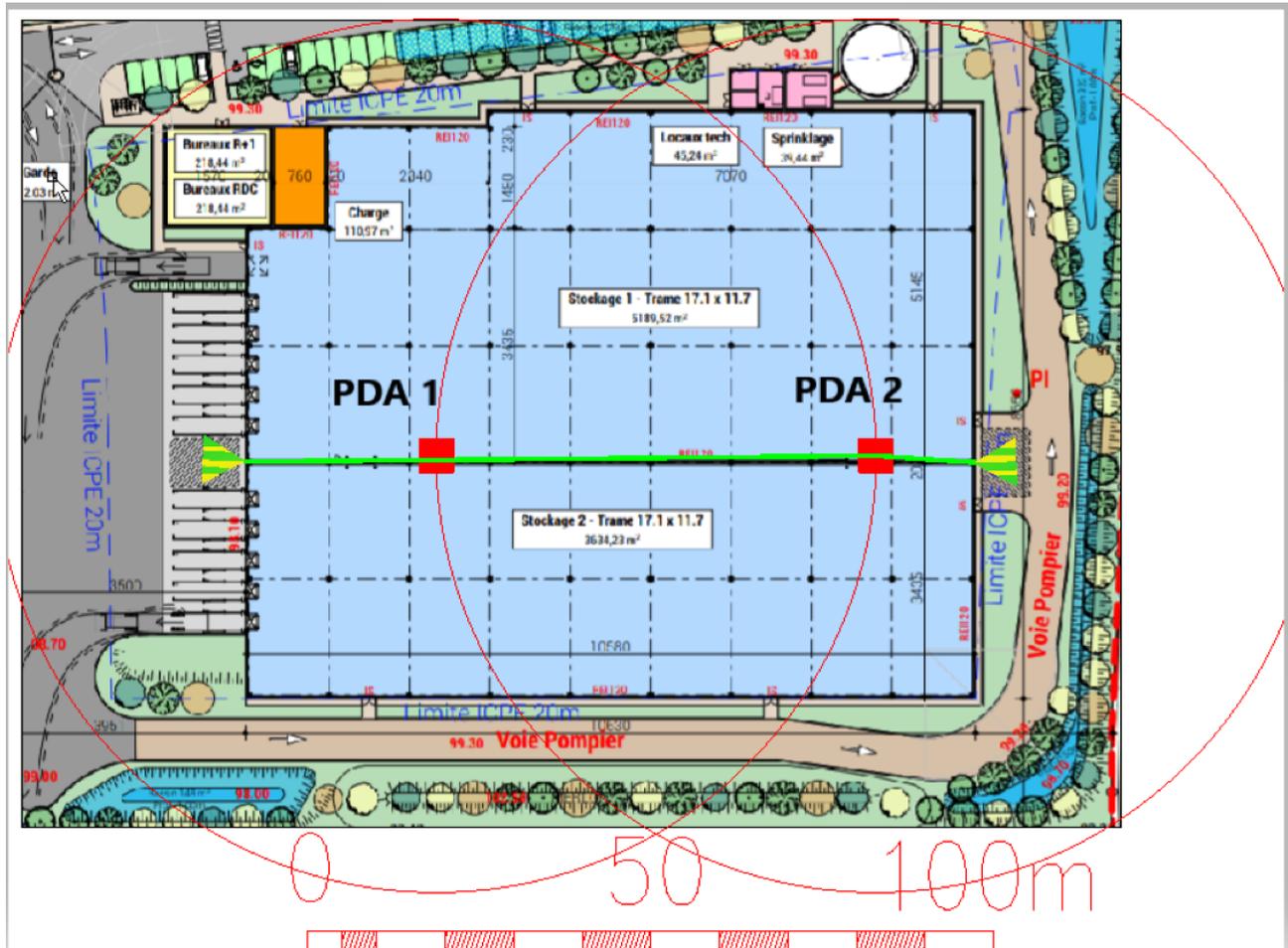


Figure 12 : Implantation des paratonnerres

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

3.1.1 Caractéristiques des dispositifs de capture

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

Tableau 27 : Caractéristiques des dispositifs de capture

3.1.2 Mise à la terre des canalisations

Localisation	Section du conducteur	Etat	Résultat
<i>Canalisation Sprinkler</i>	mm ²		
<i>Canalisation Gaz</i>	mm ²		
<i>Canalisation Eau</i>	mm ²		
	mm ²		

Tableau 28 : Mise à la terre des canalisations

4. NOTICE DE VERIFICATION

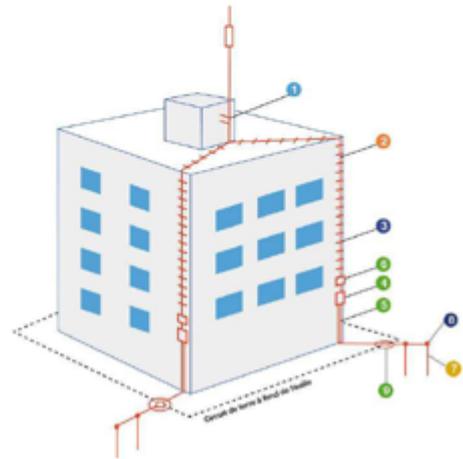
4.1 Notices de vérification des Systèmes de Protection Foudre (SPF)

FICHE CONTROLE PDA

Numéro du PDA :

BATIMENT PROTEGE :

CARACTERISTIQUES PDA	
Modèle :	
Marque :	
Hauteur du mât :	
Avance à l'amorçage:	
Testable à distance : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Résultat du test de la tête : Positif <input type="checkbox"/> Négatif <input type="checkbox"/>
Nombre de conducteur de descente :	
Niveau de protection : <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV	
Rayon de protection : (m)	



✓ **INSPECTION VISUELLE :**

1- Etat des composants du dispositif de capture :

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

2- Nature et composition des conducteurs de descentes :

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

3- Installation et état des conducteurs de descentes :

- Rayons de courbure des coudes des conducteurs : Conforme Non-conforme
- Etat des connexions : Conforme Non-conforme
- Fixation du conducteur de descente (3 par m) : Conforme Non-conforme
- Croisement avec des canalisations électriques : Conforme Non-conforme
- Connexions équipotentielles avec les dispositifs internes et les plans de masses ou de terre :
- Conforme Non-conforme
- Distance de séparation par rapport aux masses métalliques : (m)
- Conforme Non-conforme
- Protection mécanique du conducteur de descente au niveau du sol ou gaine isolée :
- Conforme Non-conforme
- Compteur de coup de foudre : Conforme Non-conforme
- Nombre d'impact relevé:
- Pancarte d'avertissement: Présente Absente

4- Prise de terre :

Appareil utilisé pour les mesures :

Constitution : Conforme Non-conforme

Etat : Conforme Non-conforme

Prise de terre de type :

A B

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

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

Conforme à Améliorer

Présence du piquet de terre :

Conforme Non-conforme

RESULTAT DE LA VERIFICATION :

.....

.....

ACTIONS CORRECTIVES :

.....

.....

4.2 Notice de vérification des parafoudres

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

FICHE CONTROLE DES PARAFOUDRES

Nom de l'armoire :

Photos :

EQUIPEMENTS PROTEGES :

CARACTERISTIQUES PARAFOUDRES

Régime de Neutre :

Marque :

- Tétra
- Tri
- Mono

Type 1 Type 3

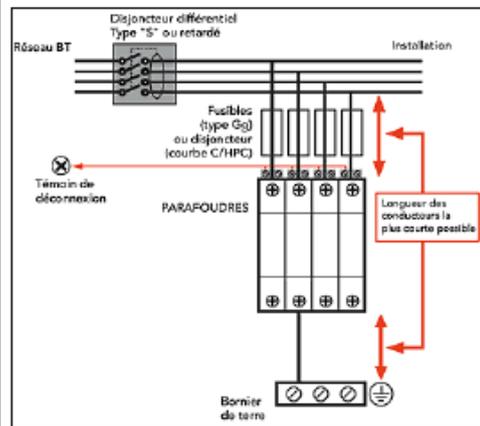
Type 2

Up :kV

Uc :V

Pour type 1 :
I_{imp} :kA

Pour type 2 ou 3 :
In :kA
I_{max} :kA



INSPECTION VISUELLE :

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

RESULTAT DE LA VERIFICATION :

ACTIONS CORRECTIVES :

5. CARNET DE BORD



N° 071179534036

**INSTALLATIONS DE PROTECTION
CONTRE LA FOUDRE
CARNET DE BORD**

Raison sociale : _____

Adresse de l'Établissement :

CARNET DE BORD

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

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

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

Renseignements sur l'Etablissement

Nature de l'activité :

N° de classification INSEE :

à la date du : ; Type : ; Catégorie :

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

à la date du : ; Type : ; Catégorie :

Pouvoirs Publics exerçant le contrôle de l'Etablissement :

Inspection {
 Du {

Commission {
 De {

DRE {

Personne responsable de la surveillance des installations :

NOM	QUALITE	DATE D'ENTREE EN FONCTION

HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

I - DEFINITION DES BESOINS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
24/01/2023	Analyse du Risque Foudre	RG Consultant	G.MAHAMOUD 071179534036

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

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
24/01/2023	Etude technique foudre	RG Consultant	G.MAHAMOUD 071179534036

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

III – INSTALLATION DES PROTECTIONS

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

IV- VERIFICATIONS PERIODIQUES & MAINTENANCE

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

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

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

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

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

A) Cas des parafoudres à modules déconnectables

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

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

B) Parafoudres non déconnectables

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

ANNEXE 3

Lexique

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

Effet réducteur

Réduction des perturbations HF par la proximité du conducteur victime avec la masse. L'effet réducteur est le rapport de l'amplitude de la perturbation collectée par un câble non blindé ou loin des masses à celle collectée par le même câble blindé ou installé contre un conducteur de masse.

Electrode de terre

Élément ou ensemble d'éléments de la prise de terre assurant un contact électrique direct avec la terre et dissipant le courant de décharge atmosphérique dans cette dernière.

Equipements métalliques

Éléments métalliques répartis dans l'espace à protéger, pouvant écouler une partie du courant de décharge atmosphérique tels que canalisations, escaliers, guides d'ascenseur, conduits de ventilation, de chauffage et d'air conditionné, armatures d'acier interconnectées.

Etincelle dangereuse (étincelage)

Décharge électrique inadmissible, provoquée par le courant de décharge atmosphérique à l'intérieur du volume à protéger.

Foudre

Décharge électrique aérienne, accompagnée d'une vive lumière (éclair) et d'une violente détonation (tonnerre).

Installation de Protection contre la Foudre (I.P.F.)

Installation complète, permettant de protéger une structure contre les effets de la foudre. Elle comprend à la fois une installation extérieure (I.E.P.F.) et une installation intérieure de protection contre la foudre (I.I.P.F.)

Liaison équipotentielle

Éléments d'une installation réduisant les différences de potentiels entre masse et élément conducteur.

Mode commun (MC)

Un courant de mode commun circule dans le même sens sur tous les conducteurs d'un câble. La différence de potentiels (d.d.p.) de MC d'un câble est celle entre le potentiel moyen de ses conducteurs et la masse. Le mode commun est aussi appelé mode longitudinal parallèle ou asymétrique.

Mode différentiel (MD)

Un courant de mode différentiel circule en opposition de phase sur les deux fils d'une liaison filaire, il ne se referme donc pas dans les masse. Une différence de potentiels (d.d.p.) de MD se mesure entre le conducteur signal et son retour. Le mode différentiel est aussi appelé mode normal, symétrique ou série.

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

Résistance de terre

Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms (Ω), elle n'a pas, contrairement au maillage des masses, d'influence sur l'équipotentialité du site.

Surface équivalente

Surface de sol plat qui recevrait le même nombre d'impacts que la structure ou le bâtiment en question. Cette surface est toujours plus grande que la seule emprise au sol de l'ensemble à protéger. On la détermine en pratique en entourant fictivement le périmètre de cet ensemble par une bande horizontale, dont la largeur est égale à trois fois sa hauteur. Elle peut ensuite être corrigée en tenant compte des objets environnants : arbres, autres structures, susceptibles de dévier un coup de foudre vers eux.

Surtension

Variation importante de faible durée de la tension.

Tension de mode commun

Tension mesurée entre deux fils interconnectés et un potentiel de référence (voir mode commun).

Tension différentielle

Tension mesurée entre deux fils actifs (voir mode différentiel).

Tension résiduelle d'un parafoudre

Tension qui apparaît sur une sortie d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge.

TGBT

Tableau Général Basse Tension

Traceur

Predécharge progressant à travers l'air et formant un canal faiblement ionisé.