

8.4 ANNEXE 14 : ETUDE FLUMILOG



GROUPE CNPP
Département Feu et Environnement
Route de la Chapelle Réanville
CD 64 - CS 22265
F 27950 SAINT MARCEL
Tél. 33 (0)2 32 53 64 33
Fax 33 (0)2 32 53 64 68

Prévention et maîtrise des risques

RAPPORT D'ETUDE N° CR 21 12729

Dimensionnement de l'intensité des effets d'un phénomène identifié comme dangereux dans le cadre du projet d'exploitation d'une cellule de stockage à Saint-Michel-sur-Orge (91)

DATE : 09 mars 2021

CLIENT :
BOURGEOIS CONSULTING
16 Rue René Cassin
91100 CORBEIL ESSONNES

RESPONSABLE CLIENT :
Mme. Aline BOURGEOIS
Tél : 06 68 98 62 09
Mail : alinebourgeois@bourgeoisconsulting.fr

Le présent rapport comporte : 19 pages dont 7 pages d'Annexes.

Ce rapport ne peut être reproduit ou publié que dans sa forme intégrale. Le CNPP décline toute responsabilité en cas de reproduction ou de publication non conforme. Le CNPP se réserve le droit d'utiliser les enseignements qui résultent du présent rapport pour les inclure dans des travaux de synthèse ou d'intérêt général pouvant être publiés par ses soins.

www.cnpp.com

SOMMAIRE

1	CONTEXTE DE L'ETUDE	3
2	PH1 : EFFETS THERMIQUES GENERES PAR L'INCENDIE D'UNE CELLULE DE STOCKAGE – PALETTE TYPE 1510	4
2.1	DONNEES D'ENTREE.....	4
2.2	HYPOTHESES DE MODELISATION	6
2.3	FLUX THERMIQUES RAYONNES ET DISTANCES D'EFFET ASSOCIEES	6
2.1	PH1 – SYNTHESE	10
3	BIBLIOGRAPHIE	12
4	ANNEXES	13
4.1	ANNEXE 1 : GENERALITES SUR LES METHODES DE CALCUL.....	13
4.2	ANNEXE 2 : RESULTATS DE CALCUL.....	19

1 CONTEXTE DE L'ETUDE

La présente étude concerne une cellule de stockage de 2320 m² de surface au sol, soumise à la rubrique 1510 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement et située sur la commune de Saint-Michel-sur-Orge dans le département de l'Essonne (91).

L'objectif de cette étude est de présenter la modélisation des conséquences d'un phénomène identifié comme dangereux dans le cadre de l'exploitation du site :

- ✓ **Ph1** : effets thermiques générés par l'incendie d'une cellule de stockage – Palette type 1510.

La sélection du scénario et le recueil des données d'entrée ont été réalisés par le demandeur.

La méthode de calcul FLUMILOG¹ (référéncée dans le document de l'INERIS « Description de la méthode de calcul des effets thermiques produits par un feu d'entrepôt », partie A, réf. DRA-09-90977-14553A [1]») a été retenue afin de déterminer les conséquences sur l'environnement [effets thermiques] d'un départ de feu non maîtrisé au sein des stockages.

¹ Méthodologie d'application réglementaire dans le cadre des arrêtés de prescriptions générales (arrêtés du 15 avril 2010 et du 11 avril 2017) applicables aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises aux rubriques 1510 (stockage de matières ou substances combustibles des entrepôts couverts), 1511 (entrepôts frigorifiques), 1530 (dépôts de papier, carton ou matériaux combustibles analogues), 1532 (bois sec ou matériaux combustibles analogues), 2662 (stockage de polymères) et 2663 (stockage de pneumatiques et produits composés d'au moins 50% de polymères) sous le régime de l'enregistrement ou de l'autorisation.

Méthodologie d'application réglementaire dans le cadre de l'arrêté de prescriptions générales (arrêté du 1^{er} juin 2015) applicables aux installations relevant du régime de l'enregistrement au titre de l'une au moins des rubriques 4331 (liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la rubrique 4330) ou 4734 (produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution) de la nomenclature des installations classées.

Méthodologie d'application réglementaire dans le cadre de l'arrêté de prescriptions générales (arrêté du 06 juin 2018) applicables aux installations de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de la réutilisation de déchets relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n°2711 (déchets d'équipements électriques et électroniques), 2713 (métaux ou déchets de métaux non dangereux, alliage de métaux ou déchets d'alliage de métaux non dangereux), 2714 (déchets non dangereux de papiers, cartons, plastiques, caoutchouc, textiles, bois) ou 2716 (déchets non dangereux non inertes).

2 PH1 : EFFETS THERMIQUES GENERES PAR L'INCENDIE D'UNE CELLULE DE STOCKAGE – PALETTE TYPE 1510

2.1 Données d'entrée²

La Figure 1 localise la cellule de stockage dans son environnement :

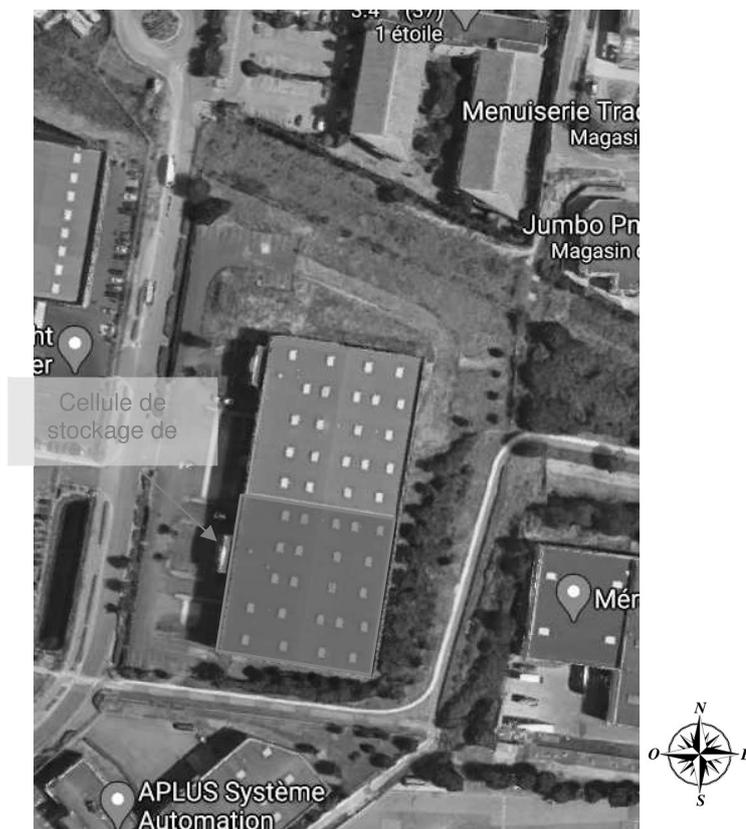


Figure 1 : vue en plan de la cellule de stockage dans son environnement

2.1.1 Dimensions

- ✓ Longueur : 51 m ;
- ✓ Largeur : 50 m ;
- ✓ Hauteur : 10,10 m (faitage).

2.1.2 Dispositions constructives

- ✓ Structure : métallique ;
- ✓ Façades :
 - Nord : mur séparatif en béton - REI120 ;
 - Est, Ouest et Sud : bardage simple peau ;
- ✓ Charpente : métallique ;

² Données exploitant

- ✓ Toiture : bac acier ;
- ✓ Désenfumage : 2%.

2.1.3 Caractéristiques du stockage

- ✓ Caractéristiques des produits stockés :
 - Nature : produits assimilés à du stockage de la rubrique 1510 ;
 - Dimensions d'une palette type moyenne : L 1,2 m x l 0,8 m x H 2,1 m ;
- ✓ Hauteur maximale de stockage (dessus de la dernière palette) : 8 m ;
- ✓ Mode de stockage au sein de la cellule : 10 doubles racks et deux racks simples ;
- ✓ Nombre de niveaux de stockage : 4.

2.1.4 Environnement

Orientation	Distance entre la cellule de stockage et les limites de propriété les plus proches	Remarque
Nord	100 m	Cellule de stockage accolée
Ouest	30 m	-
Sud	7 m	-
Est	5 m	-

2.2 Hypothèses de modélisation

2.2.1 Scénario retenu

Dans cette section, le scénario considéré est l'incendie généralisé d'une cellule de stockage. Les hypothèses suivantes sont alors considérées :

- ✓ Les moyens d'extinction n'ont pas permis de circonscire le feu dans sa phase d'éclosion ou de développement (hypothèse majorante) ;
- ✓ La puissance de l'incendie va évoluer au cours du temps.

2.2.2 Modélisation de l'incendie avec l'outil FLUMILOG

Les critères R, E, I et Y sont fixés à 1 minute pour les façades Est, Ouest et Sud du bâtiment qui sont constituées de bardage métallique simple peau. La façade Nord est modélisée comme un mur séparatif en béton de caractéristiques de tenue au feu REI120.

Le stockage est considéré comme organisé en 10 doubles racks de 2,4 m de largeur et de deux racks simples de 1,2 m de largeur, séparés par des allées de 2 m. Les déports (distances d'éloignement des stockages vis-à-vis des parois extérieures) sont modélisés.

Sur la base des données palettes transmises par l'exploitant, une palette type 1510 représentative du stockage global, a été retenue. Cette palette est définie dans l'outil FLUMILOG avec une puissance de feu de 1525 kW et une durée d'incendie de 45 minutes pour des dimensions standard de palette L 1,2 m x l 0,8 m x H 1,5 m. Les caractéristiques de cette palette sont enveloppe : la palette ainsi définie est représentative à 95% de l'ensemble des palettes susceptibles d'appartenir à la rubrique 1510 sur la base de 30000 compositions de palettes testées numériquement : la palette considérée est constituée de 25 kg de bois palette, la masse des produits plastiques ne peut excéder la moitié de la masse des produits contenus sur la palette (le bois de palette étant exclu) et le reste varie aléatoirement entre bois, carton, eau, acier, verre, aluminium.

Les différentes hypothèses retenues sont synthétisées, pour une hauteur de cible de 1,8 m, en *Annexe 2.1*.

2.3 Flux thermiques rayonnés et distances d'effet associées

2.3.1 Puissance de l'incendie

De manière générale, un incendie est caractérisé par plusieurs phases :

- ✓ Allumage, latence ;
- ✓ Montée en puissance de l'incendie ;
- ✓ Embrasement généralisé (s'il est possible) ;

- ✓ Pallier d'embrassement généralisé tant que le foyer dispose de combustible ;
- ✓ Phase de décroissance par raréfaction du combustible ;
- ✓ Extinction par manque de combustible.

La phase de montée en puissance n'est pas instantanée : elle dépend fortement de la vitesse surfacique de progression de l'incendie et de la surface maximale qui peut être en feu. Elle est fortement conditionnée par l'état de division des matériaux, par leur niveau d'aération lié à la taille des objets pris dans l'incendie et à leur mode de conditionnement et de stockage. Dans la méthode FLUMILOG, le départ de feu est initié au centre de la zone de stockage.

La *Figure 2* représente l'évolution de la puissance du feu développé sur la cellule de stockage, en fonction du temps. Le fichiers de résultat *puissance.xy* est exploité ici.

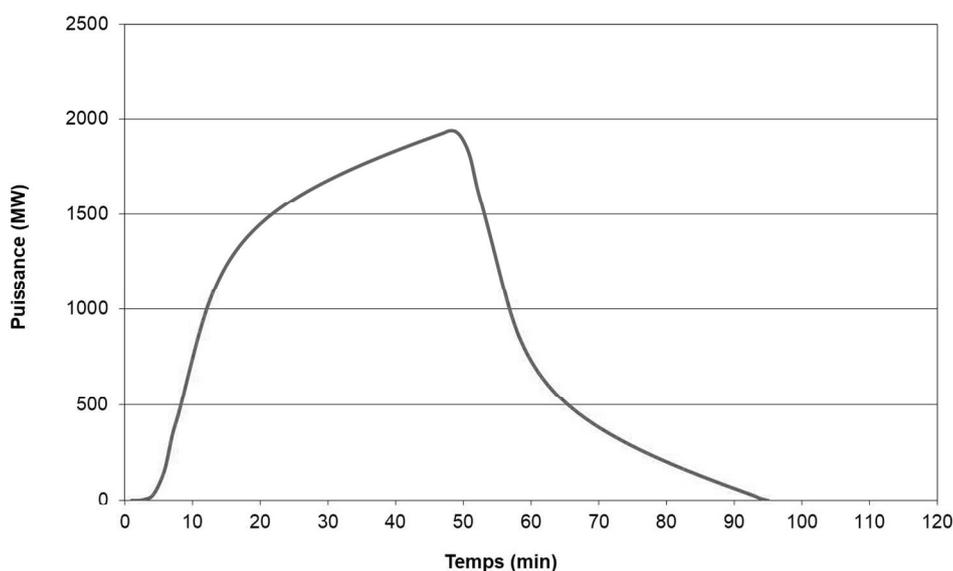


Figure 2 : évolution de la puissance du feu au sein de la cellule de stockage

Au sein de la cellule de stockage, la phase de montée progressive en puissance s'effectue sur une durée approximative de 45 minutes. La puissance du feu à son paroxysme devrait atteindre 2000 MW environ dans la cellule. Ensuite, la puissance de l'incendie décroît progressivement jusqu'à une durée de 93 minutes (durée inférieure à 2 heures).

2.3.2 Hauteur et émittance de flammes

Les *Figures 4* et *5* représentent l'évolution de la hauteur de flamme et de l'émittance sur la cellule de stockage en fonction du temps. Le fichier de résultat *puissance.xy* est exploité ici.

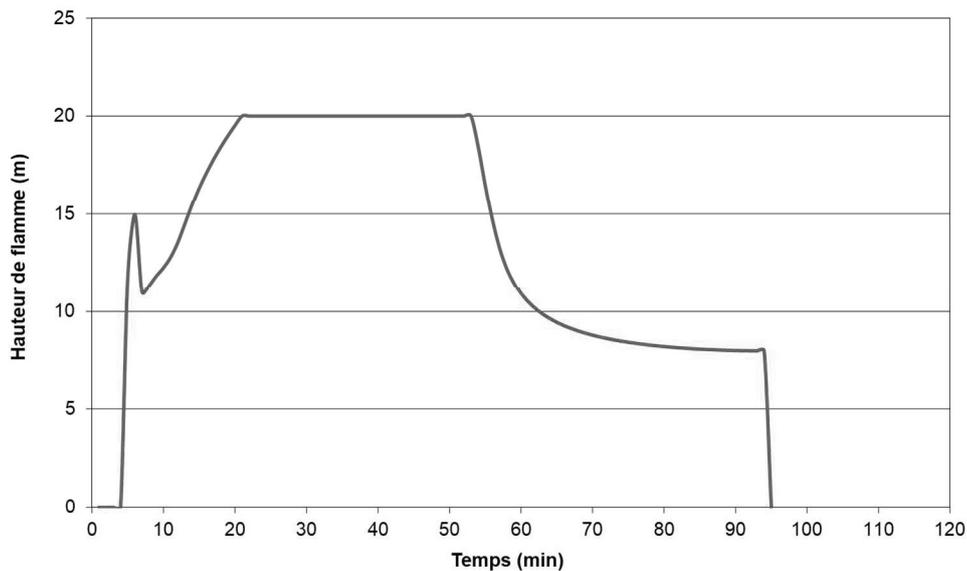


Figure 3 : évolution de la hauteur de flammes au sein de la cellule de stockage

La hauteur maximale de flammes est de 20 m. L'émittance de flamme maximale avoisine les 50 kW/m².

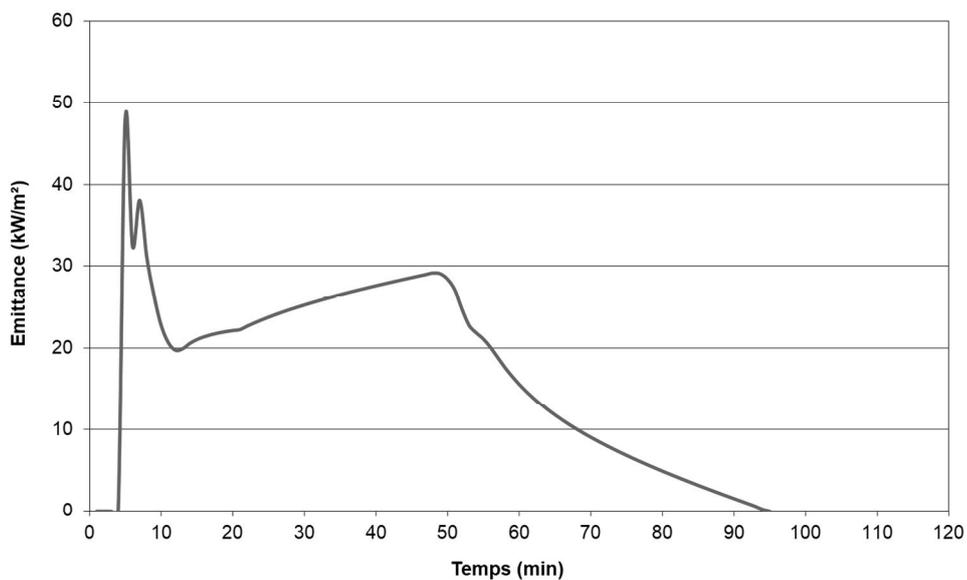


Figure 4 : évolution de l'émittance de flammes au sein de la cellule de stockage

2.3.3 Distances d'effets

La *Figure 5* présente les distances d'effets associées aux flux thermiques rayonnés autour de la cellule de stockage.

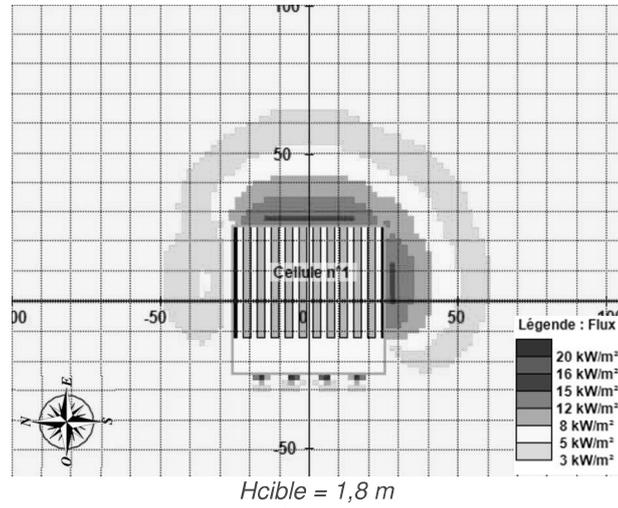


Figure 5 : distances d'effets thermiques générés par l'incendie généralisé de la cellule de stockage – palette 1510

2.1 Ph1 – Synthèse

2.1.1 Tableau de synthèse

Le tableau suivant récapitule les distances d'effets maximales dans chaque direction (distances indiquées depuis les bords de la surface considérée en feu, sur l'axe de la médiatrice de la façade considérée) pour une cible de 1,8 m :

Incendie généralisé de la cellule de stockage – palette 1510	Nord	Sud	Ouest	Est
D 8 kW/m ² (m) ³	NA	15 m	5 m (*)	17 m
D 5 kW/m ² (m)	11 m	25 m	5 m (*)	27 m
D 3 kW/m ² (m)	25 m	35 m	5 m (*)	40 m
Limite de propriété la plus proche (m)	100 m	7 m	30 m	5 m
Flux LP-Max (kW/m ²)	NS	10 kW/m ²	NS	10 kW/m ²
Remarques	Mur REI120 entre les cellules C1 et C2. Durée d'incendie inférieure à la durée de tenue au feu du mur. Risque de propagation du feu au bâtiment de stockage accolé écarté.	Flux à 3, 5 et 8 kW/m² hors de la limite de propriété	-	Flux à 3, 5 et 8 kW/m² hors de la limite de propriété

(*) 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.

NB : Flux_{LP-max} : flux maximum reçu en limite de propriété
 NS : Non significatif
 NA : Non atteint

³ Les valeurs de référence considérées pour apprécier les conséquences du rayonnement thermique induit en cas d'incendie sont précisées en Annexe 1.

2.1.2 Cartographie des flux thermiques

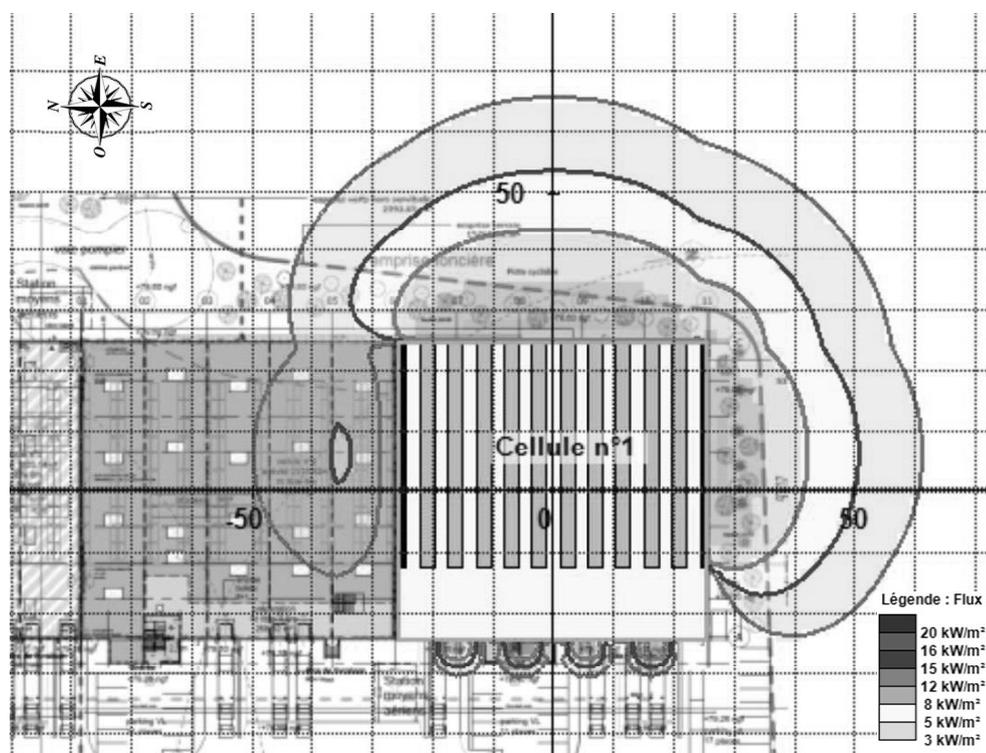


Figure 6 : effets thermiques générés par l'incendie généralisé de la cellule de stockage – palette 1510 - Hcible=1,8 m

2.1.3 Conclusion

Le tableau et le tracé de flux précédents montrent qu'en cas d'incendie généralisé de la cellule de stockage considérée :

- Les effets thermiques réglementaires à 8, 5 et 3 kW/m² restent cantonnés au sein des limites de propriété Nord et Ouest du site ;
- Les effets thermiques réglementaires à 8, 5 et 3 kW/m² sortent des limites de propriété Est et Sud du site.

D.R

Groupe CNPP
DFE – Service Ingénierie de Sécurité Incendie
Pour le Directeur et par délégation
Chef de service
Stéphanie MAETZ
Signature électronique

3 BIBLIOGRAPHIE

- [1] FLUMILOG, «Description de la méthode de calcul des effets thermiques produits par un feu d'entrepôt,» 2011.
- [2] MEEM, «Arrêté du 29/09/2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les EDD des installations soumises à autorisation».

4 ANNEXES

4.1 Annexe 1 : généralités sur les méthodes de calcul

4.1.1 Modélisation des effets thermiques avec la méthode Flumilog

4.1.1.1 Champs d'application

Le calcul des distances d'effet associées à l'incendie d'un bâtiment de stockage de matières combustibles a toujours présenté un enjeu important dans le cadre de l'exploitation d'un site industriel car ces distances conditionnent à la fois la surface construite et la position des installations et/ou stockages sur le terrain.

En l'absence de modèles éprouvés pour quantifier les conséquences d'un incendie de zones de stockages de matières combustibles confinées ou non, ce calcul pouvait allonger significativement la durée d'élaboration d'un dossier de demande d'exploiter. Le projet FLUMILOG a été ainsi élaboré pour répondre à cette absence. Il associe tous les acteurs de la logistique et le développement de la méthode a plus particulièrement impliqué les trois centres techniques – INERIS, CTICM et CNPP – auxquels sont venus ensuite s'associer l'IRSN et Efectis France. L'outil a été construit sur la base d'une confrontation des différentes méthodes utilisées par ces centres techniques complétée par des essais à moyenne échelle et d'un essai à grande échelle. Cette méthode prend en compte les paramètres prépondérants en cas de départ de feu afin de représenter au mieux la réalité. La version actuellement utilisée de l'outil est la version **5.52, et celle de l'interface 5.4.0.5**.

La méthode FLUMILOG est explicitement mentionnée dans les arrêtés à autorisation et enregistrement pour les rubriques ICPE 1510⁴, 1511⁵, 1530⁶, 1532⁷, 2662⁸ et 2663⁹. Elle est de manière générale applicable à tout stockage de matières combustibles (et incombustibles) solides.

Depuis juin 2015, la méthode est également mentionnée dans les arrêtés à enregistrement pour les rubriques 4331¹⁰ et 4734¹¹.

La méthode permet de modéliser l'évolution de l'incendie depuis l'inflammation jusqu'à son extinction par épuisement de combustible. Elle prend en compte le rôle joué par la structure et les parois tout au long de l'incendie : d'une part lorsqu'elles peuvent limiter la puissance de l'incendie en raison d'un apport d'air réduit au niveau du foyer et d'autre part lorsqu'elles jouent le rôle d'écran thermique plus ou moins important au rayonnement avec une hauteur qui peut varier au cours du temps. Les flux thermiques

⁴ Stockage de matières, produits ou substances combustibles dans des entrepôts couverts

⁵ Entrepôts frigorifiques

⁶ Dépôts de papiers, cartons ou matériaux combustibles analogues

⁷ Stockage de bois sec ou matériaux combustibles analogues

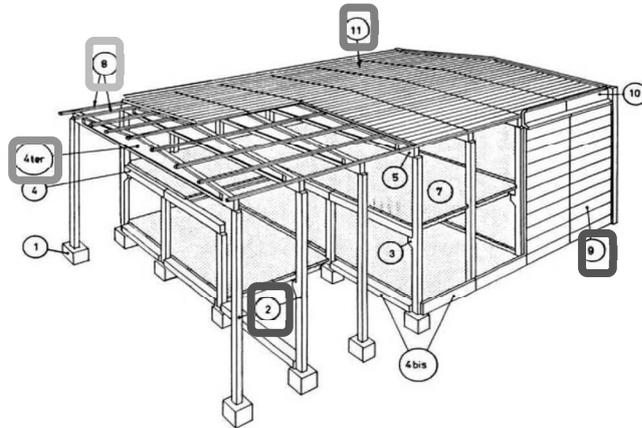
⁸ Stockage de polymères

⁹ Stockage de pneumatiques et produits composés d'au moins 50% de polymère

¹⁰ Stockage de liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la 4330

¹¹ Stockage de produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution

sont donc calculés à chaque instant en fonction de la progression de l'incendie dans la cellule et de l'état de la couverture et des parois.



4 ter : poutres
2 : poteaux
8 : pannes
9 : parois
11 : couverture

Figure 7 : éléments de structure d'une cellule

La méthode FLUMILOG permet de prendre en compte l'effondrement progressif des parois en fonction du développement du feu à l'intérieur du bâtiment considéré en renseignant successivement les paramètres suivants :

- ✓ La nature et la résistance au feu R (exprimée en minutes) de la structure support ;
- ✓ Le matériau constituant la paroi ainsi que ses critères d'étanchéité aux gaz chauds E (en minutes) et d'isolation thermique I (en minutes). La résistance des fixations Y entre structure support et paroi (en minutes) ;
- ✓ Le nombre ou la surface d'ouverture (fenêtres, portes de quai, etc.).

4.1.1.2 Cas particulier des stockages de liquides inflammables (extrait de la FAQ du site Flumilog)

Pour répondre à une problématique récurrente de présence de liquides inflammables au sein de cellules de stockage, un nouveau module a été ajouté à la méthode Flumilog.

Elle permet désormais de calculer des incendies de cellules contenant ce type de produits, assimilés soit à des hydrocarbures, soit à des alcools.

Toutefois, pour ces combustibles, la procédure de calcul diffère de celle utilisée pour les combustibles solides, les hypothèses considérées pour les combustibles solides résultant d'interprétations d'essais feux réels. Le calcul des flux est réalisé selon les hypothèses de la feuille de calcul du GTDLI annexée à la Circulaire DPPR/SEI2/AL-06-357 du 31/01/07 relative aux études de dangers des dépôts de liquides inflammables.

Dans la présente méthode et dans le cadre d'hypothèses pénalisantes, les liquides inflammables sont supposés brûler à pleine puissance sur une surface donnée pendant une durée forfaitaire dépendant du cas de propagation étudié, et selon certaines hypothèses de vitesse de combustion, de hauteur et d'émission de flamme explicitées ci-après.

4.1.1.2.1 Calcul des caractéristiques du combustible

Surface de combustible

Contrairement aux feux de solides, les combustibles liquides sont supposés occuper toute la surface de la cellule au cours du calcul de sorte à obtenir un feu de nappe généralisé à l'ensemble de la surface de la cellule. Aussi aucune configuration spécifique de stockage (masse, racks, etc.) n'est demandée. Seules les dimensions de la cellule auront une incidence sur les résultats. Il est à remarquer que, lorsque la longueur de la cellule est supérieure à 2,5 fois la largeur de celle-ci, alors le diamètre équivalent est pris égal à la largeur de la cellule.

Toutes les grandeurs physiques présentées sont constantes dans le temps. L'outil Flumilog appliqué aux liquides inflammables ne considère pas de cinétique de propagation.

Vitesse de combustion des combustibles

De manière homogène à la feuille de calcul du GTDLI, la vitesse de combustion des combustibles liquides est forfaitairement égale à 55 g/m²/s pour les hydrocarbures et 25 g/m²/s pour les alcools.

4.1.1.2.2 Calcul des caractéristiques de la flamme

Hauteur de flamme

La longueur de flamme est obtenue à l'aide de la corrélation de Thomas avec prise en compte du vent selon la formule suivante :

$$L_{fla} = 55 D \left(\frac{\dot{m}''}{\rho_{air} \sqrt{gD}} \right)^{0.67} * U^{*-0.21}$$

avec

$$U^* = \frac{u_w}{U_c}$$

u_w étant la vitesse du vent et

$$U_c = \left(\frac{g \dot{m}'' D}{\rho_{air}} \right)^{1/3}$$

Conformément au GTDLI, la valeur de la vitesse du vent est fixée à 5 m/s. Conformément aux hypothèses de la feuille de calcul du GTDLI, aucune limitation de hauteur n'est appliquée pour les liquides inflammables.

Emittance de flammes

L'émittance de flamme est calculée à l'aide de la corrélation de Mudan et Croce et s'exprime en kW/m² :

$$E_{moy} = 120e^{-0.12D} + 20 \text{ pour les hydrocarbures,}$$

$$E_{moy} = 37,5e^{-0.15D} + 31 \text{ pour les alcools}$$

L'émittance est ensuite considérée comme homogène sur toute la hauteur de flamme.

4.1.1.2.3 Calcul de la puissance de l'incendie

La puissance de l'incendie est obtenue avec la formule :

$$P = \dot{m} \Delta H_c S_{flammes}$$

Où ΔH_c est la chaleur de combustion prise égale à 40 MJ/kg pour les hydrocarbures et 27,8 MJ/kg pour l'éthanol, et $S_{flammes}$ la surface de flammes égale à la surface au sol de la zone considérée en feu.

4.1.1.2.4 Durée de l'incendie

La durée de l'incendie est calculée en tenant compte de la surface maximale de la nappe en feu, du taux de pyrolyse retenu fonction de la nature des produits stockés et de la quantité de produits stockés.

Elle conditionne la propagation aux cellules adjacentes.

4.1.1.3 Effets du rayonnement thermique

Les effets du rayonnement dépendent de la valeur du flux reçu, comme le montre le tableau suivant (pour une exposition sur une durée significative) :

Flux reçu (kW/m ²)	Effets du rayonnement thermique
0,7	Coup de soleil pour une exposition de très longue durée sans protection ni préparation.
1	Rayonnement solaire en zone tropicale.
1,5	Seuil maximum en continu pour des personnes non protégées.
2	Douleur en 1 minute. Exposition de 40 à 140 secondes, avec un temps moyen de 100 secondes, rougissement de la peau.
2,5	Les personnes normalement habillées, sans fragilités particulières, peuvent s'exposer plusieurs minutes en bougeant.
3	Exposition de 1 minute, début d'apparition de cloques sur les peaux très sensibles.
5	Cloques possibles pour des expositions de 20 à 90 secondes.
10	Douleur en 5 à 10 secondes. Brûlures du 2 ^{ème} degré en 40 secondes. Pour une exposition de 50 secondes, 1 % de décès.
15	Pyrolyse de certains matériaux et début d'émission de vapeurs inflammables qui peuvent s'enflammer selon les circonstances (contacts de flammèches, brandons enflammés).
20	Tenue du béton plusieurs heures. La température atteint 100°C à 3 cm dans le béton en 45 minutes. Inflammation possible de certains plastiques.
25	Inflammation possible de certains bois secs.
30	Conditions de l'essai de réaction au feu (classement M), en présence d'une flamme pilote.
50	Brûlures immédiates et 1 % de décès après une exposition de 10 secondes.
100	La température atteint 100°C à 10 cm dans le béton en 3 heures.

Les valeurs de référence pour les installations classées sont les suivantes [2] :

✓ Effets sur les structures :

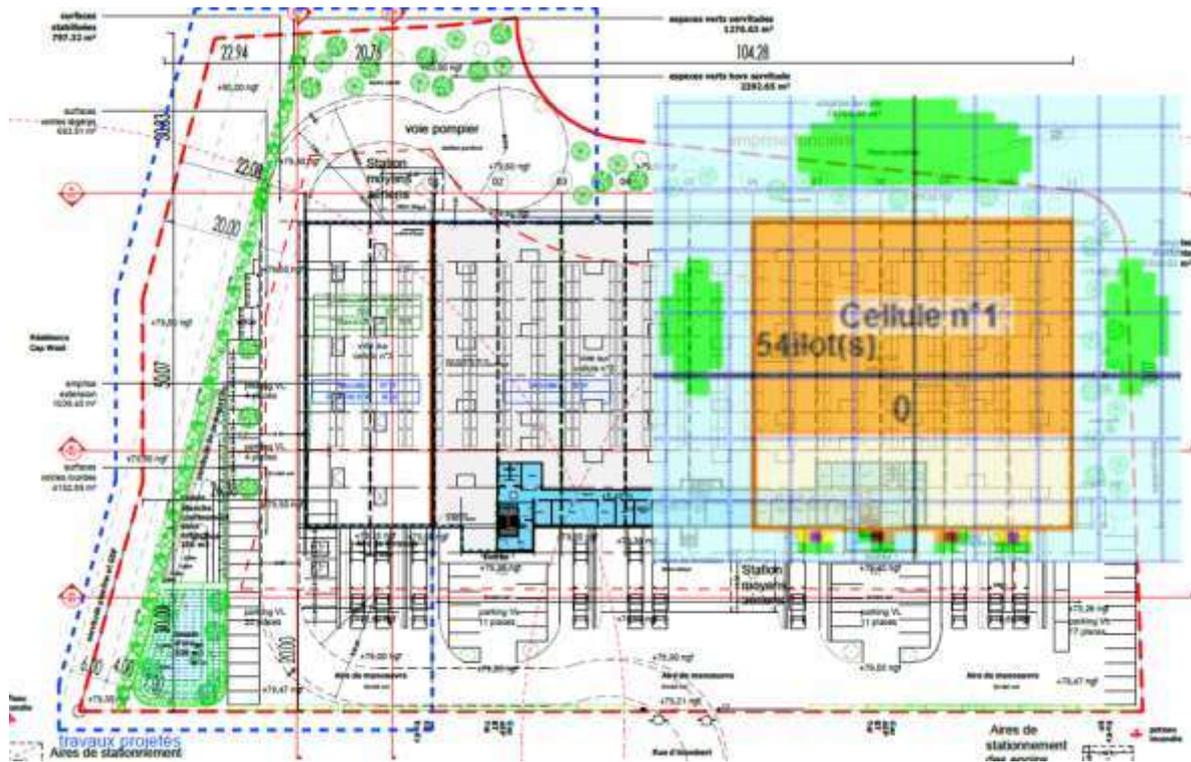
- 5 kW/m², seuil des destructions de vitres significatives.
- 8 kW/m², seuil des effets domino et correspondant au seuil des dégâts graves sur les structures.
- 16 kW/m², seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton.
- 20 kW/m², seuil de tenue du béton plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton.
- 200 kW/m², seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

- ✓ Effets sur l'homme :
 - 3 kW/m², seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine.
 - 5 kW/m², seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine.
 - 8 kW/m², seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

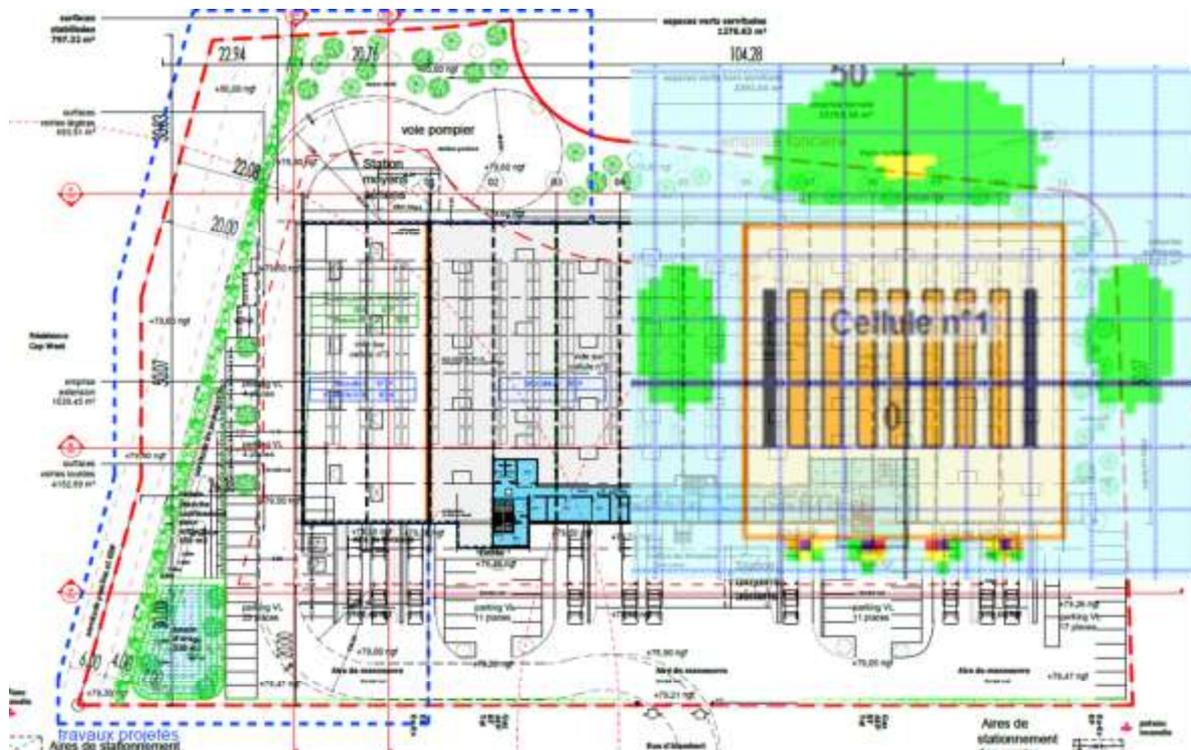
4.2 Annexe 2 : résultats de calcul

Annexe 2.1 : Données d'entrée et résultats du calcul FLUMILOG pour l'incendie généralisé d'une cellule de stockage - palette 1510 – PH1.

ETUDE AVEC STOCKAGE MASSE PROTECTION STRUCTURE ET MUR REI 120 (CF étude 2)



ETUDE AVEC STOCKAGE EN RACK STRUCTURE ET MUR REI 120 (CF étude 3) Cette solution ne sera pas privilégiée compte tenu des contraintes de stockage.



FLUMilog

Interface graphique v.5.4.0.5

Outil de calculV5.54_WD

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	BC
Société :	SIVE1
Nom du Projet :	SIVE1_stocmasse_1-regul
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	10/05/2021 à 09:49:36 avec l'interface graphique v. 5.4.0.5
Date de création du fichier de résultats :	10/5/21

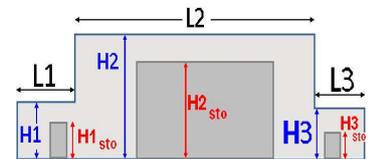
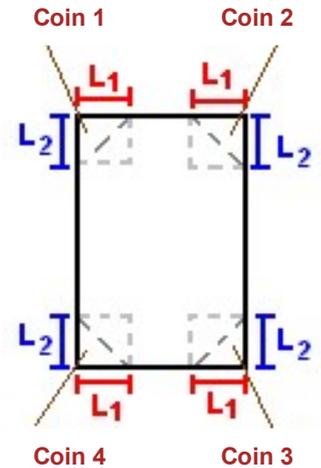
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

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

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule n°1				
Longueur maximum de la cellule (m)		50,0		
Largeur maximum de la cellule (m)		51,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)		10,0		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0,0	0,0	0,0	
H (m)	0,0	0,0	0,0	
H sto (m)	0,0	0,0	0,0	



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	1
Résistance au feu des pannes (min)	1
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	8
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

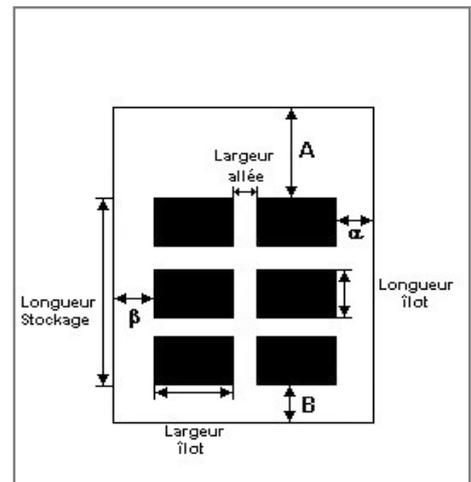
Stockage de la cellule : Cellule n°1

Mode de stockage

Masse

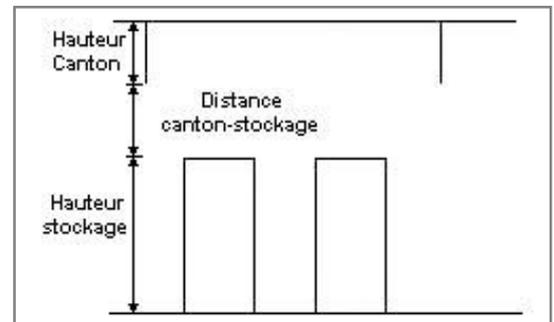
Dimensions

Longueur de préparation A	0,0 m
Longueur de préparation B	16,0 m
Déport latéral α	0,0 m
Déport latéral β	-1,0 m
Hauteur du canton	1,0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	6
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	9
Largeur des îlots	4,0 m
Longueur des îlots	4,0 m
Hauteur des îlots	8,0 m
Largeur des allées entre îlots	2,0 m



Palette type de la cellule Cellule n°1

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

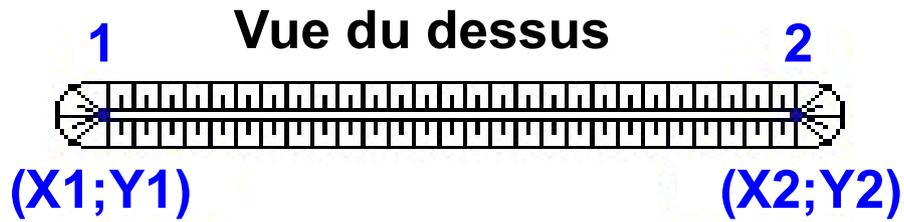
Données supplémentaires

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

Merlons



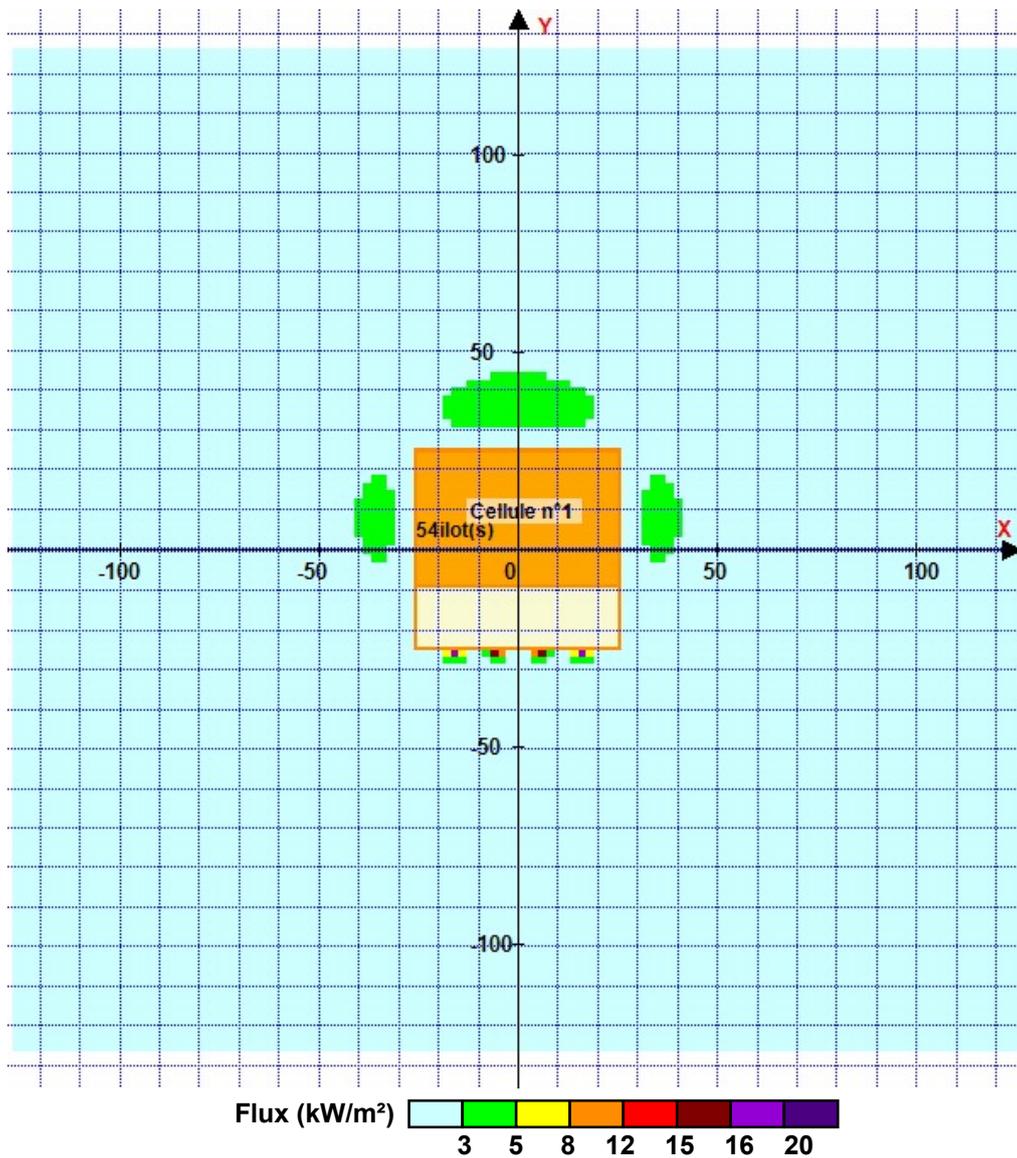
Merlon n°	Hauteur (m)	Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
		X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0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

II. RESULTATS :

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

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **107,0 min**

Distance d'effets des flux maximum



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

FLUMilog

Interface graphique v.5.4.0.5

Outil de calculV5.54_WD

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	BC
Société :	SIVE1
Nom du Projet :	SIVE1_REI120rack
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	10/05/2021 à 10:46:00 avec l'interface graphique v. 5.4.0.5
Date de création du fichier de résultats :	10/5/21

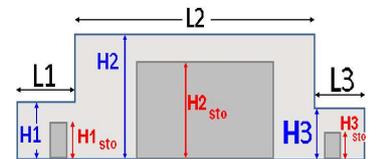
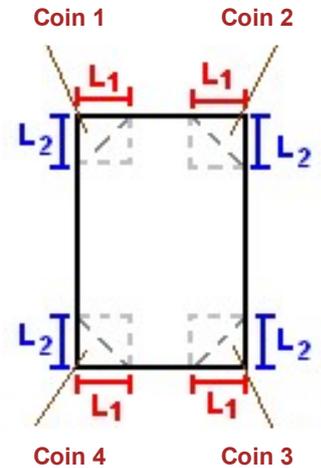
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

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

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule n°1				
Longueur maximum de la cellule (m)		50,0		
Largeur maximum de la cellule (m)		51,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)		10,0		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0,0	0,0	0,0	
H (m)	0,0	0,0	0,0	
H sto (m)	0,0	0,0	0,0	

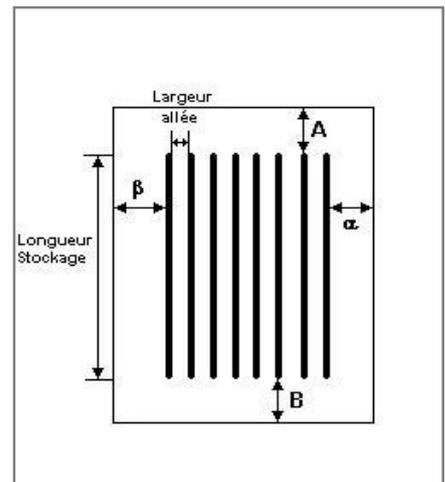


Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	1
Résistance au feu des pannes (min)	1
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	8
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

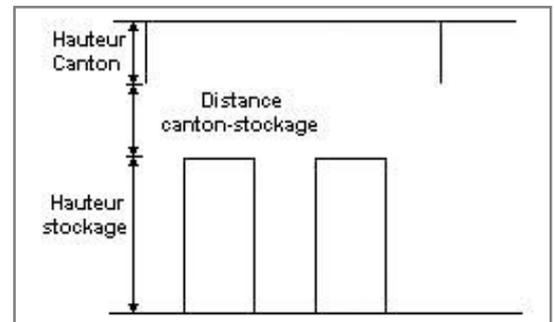
Stockage de la cellule : Cellule n°1

Nombre de niveaux	3
Mode de stockage	Rack
Dimensions	
Longueur de stockage	25,0 m
Déport latéral α	5,0 m
Déport latéral β	3,0 m
Longueur de préparation A	10,0 m
Longueur de préparation B	15,0 m
Hauteur maximum de stockage	8,0 m
Hauteur du canton	1,0 m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	1,0 m



Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 1
Nombre de double racks	7
Largeur d'un double rack	3,0 m
Nombre de racks simples	2
Largeur d'un rack simple	1,5 m
Largeur des allées entre les racks	2,4 m



Palette type de la cellule Cellule n°1

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	Longueur de la palette est très inférieure à la largeur du rack.
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

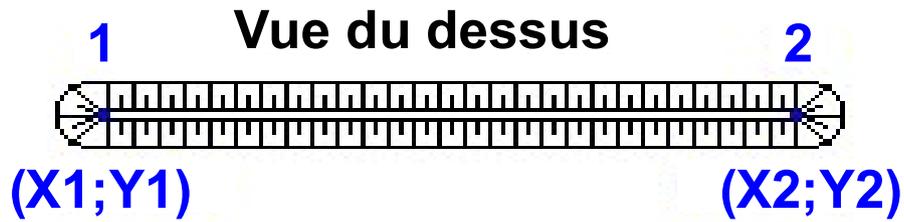
NC						
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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	

Merlons



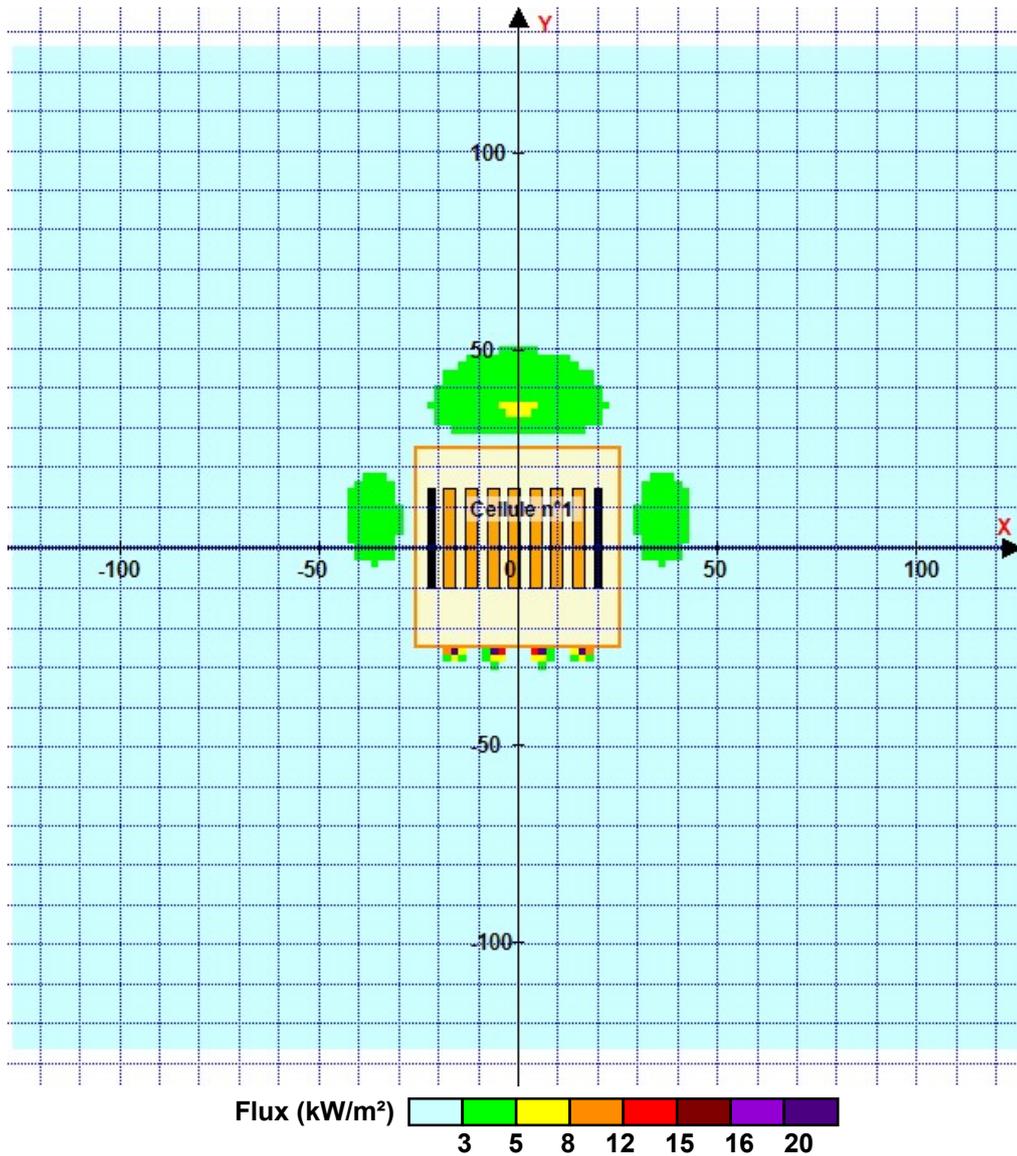
Merlon n°	Hauteur (m)	Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
		X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0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

II. RESULTATS :

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

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

8.5 ANNEXE 15 : DESCRIPTIF SOMMAIRE DES TRAVAUX

Paris,
le 15 février 2021

Affaire

5 Rue d'Alembert
St Michel / Orge

Phase

Avant-projet AVP

Objet

Descriptif sommaire des travaux



DESCRIPTIF SOMMAIRE DES TRAVAUX

1. Présentation	4
2. Normes - réglementations	5
2.1. Classement ICPE.....	5
2.2. Réglementation thermique.....	5
2.3. Règles parasismiques	5
2.4. Règles neige et vent	6
2.5. Raccordement aux réseaux publics.....	6
2.6. Sécurité incendie	6
2.7. Surfaces et effectifs.....	6
3. Descriptif sommaire des travaux	7
3.1. Installations de chantier	7
3.2. Terrassements.....	7
3.3. Voiries-réseaux-divers (VRD).....	7
3.3.1. Réseaux eaux pluviales – eaux usées	7
3.3.2. Distribution des utilités	8
3.3.3. Divers.....	8
3.3.4. Confortement des sols	9
3.4. Gros-œuvre – charpente métallique	9
3.4.1. Ouvrages de fondation	9
3.4.2. Structure principale et secondaire de l'extension	9
3.4.3. Dallage	10
3.4.4. Remplissage d'ossature en maçonnerie.....	10
3.4.5. Réseaux sous dallage	10
3.4.6. Mur coupe-feu REI 120.....	10
3.4.7. Flocages CF	10
3.4.8. Mise aux normes de la partie existante	10
3.5. Couverture	11
3.5.1. Couverture rampante du type multicouches	11
3.5.2. Eclairages zénithaux / désenfumage	11
3.5.3. Equipements de sécurité.....	11
3.5.4. Cantons de désenfumage.....	12
3.5.5. Divers.....	12
3.5.6. Mise aux normes de la partie existante du bâtiment (en cours d'étude) .	12
3.6. Equipements de quai	13
3.6.1. Niveleurs de quais électro-hydrauliques	13
3.7. Fermetures industrielles - portes	13
3.7.1. Portes de quai.....	13
3.7.2. Portes plain-pied.....	13
3.7.3. Porte coupe-feu 2 heures coulissante	14
3.7.4. Serrurerie	14
3.7.5. Grille de ventilation	14
3.7.6. Ouvrages de protection.....	14
3.8. Barrières de confinement semi-automatiques des eaux d'extinction incendie	14
3.8.1. Barrière basculante pour porte de quai avec niveleur.....	14
3.8.2. Barrière pivotante pour porte piétonne	14
3.8.3. Barrière pivotante à 2 portées.....	15
3.9. Isolation thermique extérieure (ITE)	15
3.9.1. Isolation des soubassements.....	15
3.9.2. Complexe ITE avec finition enduit.....	15
3.9.3. Peintures extérieures	15
3.10. Bardage métallique	15
3.10.1. Dépose du bardage pignon nord	15
3.10.2. Remplissage en bardage.....	16
3.10.3. Mise aux normes de la partie existante	16
3.11. Menuiseries extérieures.....	17

3.11.1.	Châssis vitrés.....	17
3.11.2.	Portes issues de secours métalliques isolées	17
3.11.3.	Escaliers.....	17
3.12.	Plâtrerie – menuiseries intérieures	17
3.12.1.	Plâtrerie (cloisons – doublages – faux-plafonds)	17
3.12.2.	Menuiseries intérieures	17
3.12.3.	Traitement des parements verticaux intérieurs.....	17
3.13.	Peinture entrepôt	18
3.13.1.	Peinture sur métal.....	18
3.14.	Plomberie	18
3.14.1.	Branchement	18
3.14.2.	Adduction d'eau.....	18
3.14.3.	Production d'eau chaude	18
3.14.4.	Evacuation de l'ensemble des appareils.....	18
3.14.5.	Appareils sanitaires.....	18
3.15.	Chauffage – ventilation.....	18
3.15.1.	Chauffage par aérotherme.....	18
3.15.2.	VMC	19
3.16.	Electricité : courants forts	19
3.16.1.	Alimentation	19
3.16.2.	Éclairage	19
3.16.3.	Eclairage extérieur	20
3.16.4.	Eclairage de sécurité	20
3.17.	Courants faibles entrepôt	20
3.17.1.	Alarme incendie	20
3.17.2.	Détection incendie	20
3.18.	Equipements de parachèvement	20
3.18.1.	Menuiseries intérieures	20
3.18.2.	Revêtement sol souple	21
3.18.3.	Faux-plafonds	21
3.18.4.	Carrelages et faïences	21
3.18.5.	Peinture	21
3.18.6.	Agencement	21
3.19.	Equipements spécialisés.....	21
3.19.1.	Réseau RIA	21
3.20.	Clôture portail.....	21
3.21.	Espaces verts.....	21
3.21.1.	Préparation	21
3.21.2.	Plantations.....	21
3.21.3.	Gazon	22
3.21.4.	Arrosage	22
3.22.	Non prévu.....	22
3.23.	Options retenues	22

1. Présentation

L'extension projetée se situe côté nord de la parcelle, en prolongement du bâtiment existant. L'extension reprend la volumétrie de la partie existant (hauteur, profondeur, système structurel) ainsi que ses matériaux de façade. Cette extension conférera à l'ensemble un aspect symétrique à la façade principale.

Les surfaces créées, environ 1000m², sont à destination d'entrepôt.

L'ensemble est classé ICPE 1510 et fait l'objet d'une procédure de déclaration.

L'extension sera revêtue du même bardage que le bâtiment existant, à savoir un bardage acier nervuré pose horizontale sur la façade principale. Le pignon sera traité avec un bardage acier nervuré, pose verticale.

Les espaces extérieurs sont restructurés afin d'ajouter 8 places de stationnement, des abris vélos ainsi que le bassin d'orage et le bassin de confinement des eaux d'extinction. La voie pompier est reconfigurée.

Après travaux, le bâtiment comprendra deux lots pour deux locataires différents. Un nouveau comptage EDF est demandé.

Les travaux se feront en site occupé, les parties existantes du bâtiment seront exploitées durant les travaux.

Les prestations décrites pour les lots VRD, gros-œuvre charpente, électricité courants forts et faibles ainsi que plomberie – chauffage/ventilation devront être confirmées par des bureaux d'études techniques spécialisés.

2. Normes - réglementations

2.1. Classement ICPE

- Bâtiment soumis à la rubrique ICPE 1510 sous le régime de l'enregistrement

N° RUBRIQUE	CATEGORIE RUBRIQUE	DENOMINATION	SEUIL	QUANTITE (m3)	REGIME
1510	Stockage de matières, produits ou substances combustibles dans des entrepôts couverts	Entrepôts couverts (installations, pourvues d'une toiture, dédiées au stockage de matières ou produits combustibles en quantité supérieure à 500 tonnes), à l'exception des entrepôts utilisés pour le stockage de matières, produits ou substances classés, par ailleurs, dans une unique rubrique de la présente nomenclature, des bâtiments destinés exclusivement au remisage des véhicules à moteur et de leur remorque, des établissements recevant du public et des entrepôts exclusivement frigorifiques	<p>1. Entrant dans le champ de la colonne « évaluation environnementale systématique » en application de la rubrique 39. a de l'annexe de l'article R. 122-2 du code de l'environnement (A-1)</p> <p>2. Autres installations que celles définies au 1, le volume des entrepôts étant :</p> <p>a) Supérieur ou égal à 900 000 m³ (A-1)</p> <p>b) Supérieur ou égal à 50 000 m³ mais inférieur à 900 000 m³ (E)</p> <p>c) Supérieur ou égal à 5 000 m³ mais inférieurs à 50 000 m³ (DC)</p> <p>Un entrepôt est considéré comme utilisé pour le stockage de produits classés dans une unique rubrique de la nomenclature dès lors que la quantité totale d'autres matières ou produits combustibles présente dans cet entrepôt est inférieure ou égale à 500 tonnes. »</p>	64.210,44	DC

- Le calcul du volume est défini avec une hauteur au faîtage de 10.10m et une superficie totale de 6357,47 m².

Se référer à la demande d'enregistrement établie par le Cabinet Bourgeois Consulting.

2.2. Réglementation thermique

- RT 2012 pour la partie extension

2.3. Règles parasismiques

Compte tenu de sa localisation, le bâtiment a été considéré en zone sismique très faible (zone 1) catégorie III il n'est donc pas soumis à l'application de règles parasismiques.

2.4. Règles neige et vent

- Zone climatique : H1a Altitude : 79 m
- Exposition aux bruits générale : BRR / BR3. Extension située à 200m environ de la Francilienne (RN 104), voie bruyante de type I (bruit fort), avec vue directe ou partielle selon localisation.

• Infrastructure de catégorie 1 :

Vue de l'infrastructure depuis la baie Distance à l'infrastructure	Vue directe	Partielle	Masquée /Arrière	Arrière protégé	sur cour fermée
Inférieure à 50 m	BR3	BR3	BR3	BR2	BR2
50-160 m	BR3	BR3	BR2	BR2	BR1
160-300 m	BR3	BR2	BR2	BR1	BR1
300-460 m	BR2	BR2	BR1	BR1	BR1
460-700 m	BR2	BR1	BR1	BR1	BR1
>700 m	BR1	BR1	BR1	BR1	BR1

2.5. Raccordement aux réseaux publics

Raccordements existants.

Adaptations à prévoir pour :

- Réseau eaux pluviales (études VRD en cours)
- Electricité : création d'un nouveau comptage tarif jaune pour les cellules 2 et 3.
- Eau : création de poteaux incendie (études VRD en cours)

Les réseaux publics se situent sous la Rue d'Alembert.

2.6. Sécurité incendie

Se référer à la notice de sécurité établie par Bourgeois Consulting

2.7. Surfaces et effectifs

Le bâtiment est divisé en 2 lots indépendants. Le lot A correspond à la cellule 1 et les bureaux situés au droit de cette cellule. Le lot B correspond aux cellules 2 et 3 et les bureaux situés au droit de ces cellules.

	Locaux	Total surfaces SDP (m ²)
Lot A	Cellule 1	2.388
Lot B	Cellule 2	2.587
	Cellule 3 (extension)	1.017
	Total cellules	5992
Lot A	Bureaux	488
Lot B	Bureaux	322
	Total bureaux	810
	Surface totale de l'entité	6802

L'effectif total estimé est de 40 personnes (lot A 25 personnes, lot B 15 personnes)

3. Descriptif sommaire des travaux

3.1. Installations de chantier

Cantonnement de chantier et clôtures provisoires selon PGC

3.2. Terrassements

Les travaux de terrassement sont réalisés sous l'ensemble des zones à traiter (bâtiments et voiries).

Après nettoyage et écrêtage, apports selon nécessité pour constitution de la plate-forme bâtiment.

Traitement chaux / ciment sur une épaisseur de 40 cm environ ou autre procédé suivant étude du sol et validation du bureau de contrôle.

Emulsion gravillonnée sur la plate-forme.

3.3. Voiries-réseaux-divers (VRD)

En cours d'étude par BET VRD, comprend :

- Chaussées et stationnements poids lourds.
- Chaussées légères
- Stationnement des véhicules légers
- Aire de béquillage : dallage béton balayé, situé devant les quais comme indiqué dans les plans
- Voies au droit des issues de secours : enrobé granulat clair en couche de finition
- Voie pompier et aire de retournement : revêtement stabilisé
- Installation de bordures de trottoirs en périphérie de toutes les zones traitées en enrobé (voirie PL et VL) Le type de bordure sera déterminé suivant le type de voirie
- Ilots guide roues devant les portes de quais PL constitués de bordures béton préfabriqué collées sur dallage et ancrées dans le sol par tiges métalliques hauteur 35 cm mini.
- Panneaux de signalisation routière tels que panneaux stop, limitation de vitesse et signalisation du séparateur à hydrocarbure et vanne pompiers.
- Muret de soutènement extérieur en béton armé compris semelle filante de part et d'autre du quai de livraison. Finition béton soignée ou par talus plantés.

3.3.1. Réseaux eaux pluviales – eaux usées

EAUX PLUVIALES

En cours d'étude (en attente des essais d'infiltration)

L'ensemble des réseaux eaux pluviales et eaux usées est réalisé en PVC ou en béton en fonction des diamètres.

Le bassin de tamponnement des eaux pluviales aura une capacité de 320m³. Le bassin de récupération des eaux d'extinction viendra en complément pour un volume de 150m³.

Du fait de l'usage du bâtiment et de la réglementation les eaux utilisées pour la défense incendie seront considérées comme polluées et devront être confinées dans un bassin spécifique situé au nord de la parcelle. Elles devront ensuite être pompées et traitées dans un centre spécialisé.

Le bassin de récupération de ces eaux incendie aura une capacité de 150 m³.

Ainsi les réseaux d'eaux pluviales sont classés en trois catégories :

- Réseaux d'eaux pluviales issues des toitures polluées en cas d'incendie
- Réseaux d'eaux de ruissellement des voiries polluées en cas d'incendie
- Réseaux d'eaux de ruissellement des voiries sans risque de pollution en cas d'incendie.

En cas d'incendie des vannes de confinement permettront de diriger les eaux pluviales polluées dans le bassin de rétention des eaux incendie prévu à cet effet. Ces vannes devront être manœuvrées dès l'intervention des services de secours ou le déclenchement des RIA.

Elles seront automatisées.

Les eaux de ruissellement des voiries seront traitées par un séparateur à hydrocarbures avant d'être rejetées dans le bassin public ou seront infiltrées.

EAUX USEES

Les réseaux eaux usées du bâtiment sont existants et inchangés.

3.3.2. Distribution des utilités

EAU

Existant inchangé

Besoins complémentaires pour poteaux incendie à définir

ÉLECTRICITÉ

Création d'un comptage tarif jaune.

Mise en place de tous les fourreaux nécessaires à l'alimentation des candélabres, du portail coulissant et des barrières levantes, vannes motorisées.

GAZ

Existant inchangé

TÉLÉPHONE

Existant inchangé

3.3.3. Divers

BORDURES

Les revêtements de type voirie lourde seront délimités par des bordures normalisées de type T3 préfabriquées ou coulées en place.

Les revêtements de type voirie légère seront délimités par des bordures normalisées de type T2 préfabriquées ou coulées en place.

Les revêtements de type cheminement piéton seront délimités par des bordurettes de type P1 ou P2 ou rives coffrées pour trottoirs béton. Sur le trajet des cheminements piétons, les bordures seront surbaissées dans le respect des normes d'accessibilité handicapés.

Si nécessaires, certaines bordures seront arasées disjointes pour permettre le ruissellement des eaux pluviales vers les espaces verts et/ou les ouvrages de récupération des EP.

PEINTURE DE SOL – SIGNALÉTIQUE ROUTIÈRE

Une peinture routière matérialisera les passages piétons protégés, la signalisation routière horizontale, les emplacements des parkings VL, les places de stationnement PMR et les zones d'attente PL.

3.3.4. Confortement des sols

Les résultats de l'étude de sol ne sont pas connus. Nous estimons que nous pourrions utiliser une fondation standard (pas de pieux).

3.4. Gros-œuvre – charpente métallique

3.4.1. Ouvrages de fondation

Tous les ouvrages en béton armé seront coulés sur un béton d'épaisseur selon résultat des calculs de structure validé par un bureau de contrôle :

- Semelles isolées avec fûts sous les poteaux principaux de structure.
- Semelles isolées sous les poteaux de l'ossature secondaire.
- Semelles filantes sous voiles, murs en béton ou en maçonnerie d'agglomérés, escalier, rampes.

Ces travaux comprennent les terrassements, les remblaiements avec les matériaux du site ou d'apport suivant la nature des déblais, les évacuations des excédents, le béton, le coffrage, le ferrailage, ainsi que toutes les réservations nécessaires à la mise en place d'éléments enterrés ou en élévation.

OUVRAGES PÉRIPHÉRIQUES

Les voiles de quai sont arasés à - 1.20 m.

MURS COUPE-FEU

Il est prévu entre les cellules un mur séparatif coupe-feu 2 heures réalisés en béton.

OUVRAGES DIVERS

Rampe en béton armé, finition balayée pour accès au bâtiment.

Regards ou caniveaux à l'intérieur du bâtiment pour l'arrivée des utilités.

3.4.2. Structure principale et secondaire de l'extension

STRUCTURE PRINCIPALE

Structure SF 15 minutes pour l'extension

Réalisation d'une structure en béton ou métal.

Les hauteurs libres sous poutres à respecter sont les suivantes :

- Zone de stockage : 8 m sous poutre
- Zone réception expédition : 8 m sous poutre

Charges sur structure

Il n'est pas prévu de surcharge libre complémentaire sous portiques ou sous pannes. Seules les surcharges suivantes, liées aux équipements sont prévues dans l'offre, soit :

- Couverture 25 kg/m²
- Électricité 1 kg/m²
- Chauffage (P.M repris uniquement sur les poteaux)
- Surcharges climatiques réglementaires
- Surcharge globale (éclairage, etc.. limité à 20 kg/m²)

OSSATURES SECONDAIRES

Ossatures secondaires (potelets de bardage, chevêtres lanterneaux, ossatures de portes, ossatures d'acrotère, ossatures d'auvents), métalliques avec finition antifirouille

3.4.3. Dallage

DALLAGE ENTREPÔT

Dallage béton renforcé de fibres métalliques conforme au DTU 13-3, épaisseur minimale 17 cm. Finition hélisurface avec apport de quartz à raison de 4 kg/m², teinte naturelle, IPRU 2.2.2.2

Les surcharges prises en compte sont les suivantes :

- Cas de chargement en masse, limité à 5 tonnes/m² uniformément réparties, en stockage longue durée
- Charges en pieds de racks: 7 t sur platine 16 x 12 cm (pression de contact 3,65 MPa), calepinés sur la base du plan de racks (pas de pied de racks à moins de 35 cm des angles sciés et de construction). Cette charge peut être cumulée à une charge de 1 t/m² au sol sous les racks.
- Charge dynamique :
 - Chariots élévateurs charge à la roue: 3 tonnes,
 - Pression de contact: 6,5 MPa,
 - Type de trafic: intense,

Planéité : 5 mm sous la règle de 2 m

Déformation verticale conforme au DTU 43-3.

Le dallage pourra être de type « sans joints sciés ». Dans les deux cas, les joints de construction sont réalisés en profils métalliques type Permaban ou équivalents.

Nota : Il n'est pas prévu de surcharges spécifiques pour stockage en racks dynamique en l'absence de précision.

3.4.4. Remplissage d'ossature en maçonnerie

Activités :

Façades soubassement en maçonnerie de parpaings ou béton préfabrique ép. 0,15 m ou 0,20m

Hauteur : 1,00 m

3.4.5. Réseaux sous dallage

En cours d'étude

3.4.6. Mur coupe-feu REI 120

Maçonneries de parpaings de 0,15 et/ou 0,20 y compris ossature et toute sujétion

Localisation : Mur séparatif entre cellules.

3.4.7. Flocages CF

Pour assurer SF 1/4h

3.4.8. Mise aux normes de la partie existante

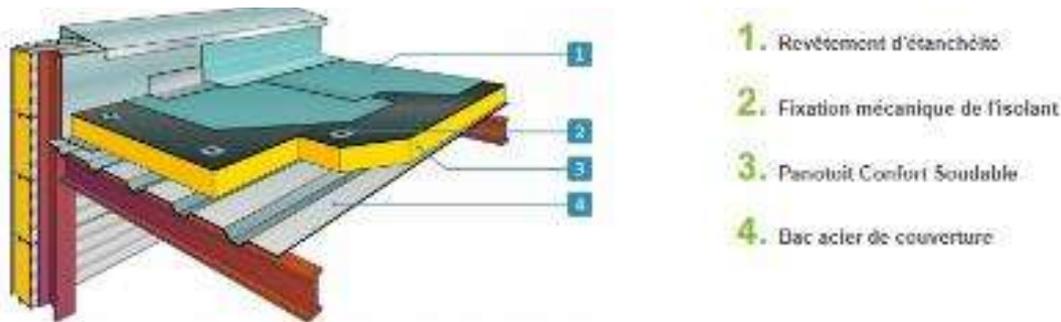
- De type flocage CF ou équivalent pour assurer stabilité R15

3.5. Couverture

3.5.1. Couverture rampante du type multicouches

Comprenant :

- support bac acier galvanisé autoportant, pente 3,1% mini.
- isolation en panneaux type Panotoit Isover de 240 (120+120 mm) d'épaisseur, fixée sur bac de couverture
- étanchéité multicouche élastomère type Paradiene Siplast ou similaire



Performance thermique
 $R = 6,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Mise en place d'une membrane type PVC (épaisseur 1,5 mm), compris l'ensemble des relevés :

- sur mur coupe-feu et complexe de façade
- en périphérie des lanterneaux et de toutes les sorties de toitures
- les renforts de noues et de faîtages
- le traitement des joints de dilatation.

PROTECTION INCENDIE

- De part et d'autre des murs coupe-feu, il est prévu la mise en place d'un revêtement type PAXALU ou membrane M0 sur une largeur de 5,00 m.
- En périphérie de tous les lanterneaux de désenfumage également, il est prévu la mise en place d'un revêtement type PAXALU ou membrane M0 sur une largeur de 1,00 m

EAUX PLUVIALES

Les eaux pluviales du bâtiment principal sont collectées et raccordées sur un collecteur extérieur en façade.

Les chéneaux sont situés le long des murs de façade suivant le principe constructif de structure retenu.

3.5.2. Eclairages zénithaux / désenfumage

Des lanterneaux de désenfumage représentent plus de 2 % (SUE) de la surface géométrique de la couverture. Ils répondront à la norme R17, commande par CO2 positionnée au droit des portes issue de secours.

L'éclairage zénithal représentera 4% de la surface géométrique de la couverture dont les 2% de lanterneaux de désenfumage.

3.5.3. Equipements de sécurité

Afin de sécuriser l'exploitation du bâtiment, les éléments suivants sont prévus :

- PM : accès depuis les lanterneaux des escaliers existants
- Échelle de franchissement des murs coupe-feu.
- Grille métallique anti-chute au droit de chaque lanterneau ouvrant.
- Garde-corps de sécurité
- Cheminements – lignes de vie

3.5.4. Cantons de désenfumage

Réalisation de cantons de désenfumage sur l'ensemble de l'entrepôt conforme au respect de la réglementation

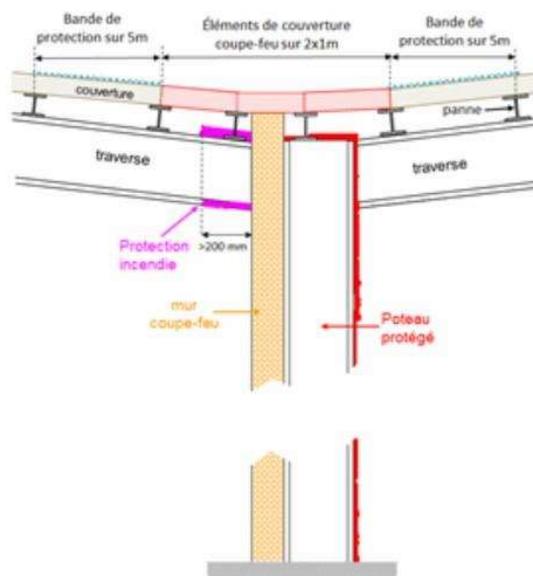
3.5.5. Divers

Ainsi que tous les ouvrages annexes de parfait achèvement :

- DEP, relevés, costières, couvertines, etc.

3.5.6. Mise aux normes de la partie existante du bâtiment (en cours d'étude)

- Stabilité au feu R15, toiture Broof (t3), matériaux de classe A2 s1 d0 : justifier que les modalités constructives sont au moins équivalentes à celles imposées.
- Suppression de lanterneaux situés à moins de 7m des murs coupe-feu entre cellules.
- Ajout de dispositifs d'évacuation naturelle de fumée et de chaleur (DENFC) pour satisfaire aux exigences de 2% de la surface des cantons
- De part et d'autre des murs coupe-feu, il est prévu la mise en place d'un revêtement type PAXALU ou membrane M0 sur une largeur de 5,00 m.
- Vérification de la présence d'écran de confinement dans la partie existante
- En périphérie de tous les lanterneaux de désenfumage également, il est prévu la mise en place d'un revêtement type PAXALU ou membrane M0 sur une largeur de 1,00 m
- Au droit du mur coupe-feu existant entre cellules 1 et 2, réalisation d'une protection feu par l'intérieur, selon solution décrite au Guide d'application de l'arrêté ministériel du 11 avril 2017.



-

3.6. Equipements de quai

3.6.1. Niveleurs de quais électro-hydrauliques

Comprenant :

- Plateau en tôle larmée rigidifié par des profils aciers en sous face du plateau dimensionné pour recevoir une charge dynamique de 6.000 daN. Dimensions approximatives du plateau 2,00 m de largeur x 2,50 m de profondeur.
- Lèvre basculante télescopique de 1m.
- Une porte par cellule avec hayon
- Motorisation par un groupe électro-hydraulique avec asservissement permettant d'assurer un non-fonctionnement de la levée du niveleur alors que la porte de quai est en position basse, manoeuvre à la levée de l'ensemble lèvre – plateau par vérins simple effet, descente du plateau par son poids propre.
- Boîtier de commande comportant un bouton poussoir pour actionner la levée du quai à pression maintenue et un arrêt d'urgence.
- Finition de l'ensemble par peinture antirouille et application d'une couche de peinture en usine comme prévu dans le permis.
- Butoirs de quais en caoutchouc de dimensions 250 x 500 mm ht fixés sur une platine métallique ancrée dans le voile de quai, à raison de 2 butoirs par portes de quais.
- Conformité norme EN 1398
- Sas rétractable en bâche PVC sur ossature métallique galvanisée.

3.7. Fermetures industrielles - portes

3.7.1. Portes de quai

Portes sectionnelles isolées en panneaux sandwichs d'épaisseur 40 mm à commande motorisée.

Chaque porte sera équipée de 3 hublots de sécurité.

Dimension : 2,80 L X 3,20 H pour les quais.

Performance thermique
 $U_d (W/m^2.K) = 2$

3.7.2. Portes plain-pied

Portes sectionnelles isolées en panneaux sandwichs d'épaisseur 40 mm à commande motorisée.

Chaque porte sera équipée de 3 hublots de sécurité.

Dimension : 3,00 L x 3,10 H

Performance thermique
Ud (W/m².K) = 2

3.7.3. Porte coupe-feu 2 heures coulissante

Porte coupe-feu coulissantes, degré coupe-feu 2 heures agrément de résistance au feu.

Dimension : 4,00 L x 4,50 H.

Ces portes seront montées sur un rail incliné. Le déclenchement se fera par fusible thermique commandé par un déclencheur autonome sur chaque face.

3.7.4. Serrurerie

Les seuils des portes en façade seront réalisés avec ressaut de 2 à 3 cm assurant l'étanchéité au ruissellement vers le dallage intérieur.

Toutes les serrures seront de type 3 points.

3.7.5. Grille de ventilation

Grille de ventilation en métal déployé avec vantelles de protection, dimension adaptée au besoin.

3.7.6. Ouvrages de protection

– Protection des portes sectionnelles :

Tubes métalliques amovibles fixés au sol par platines chevillées dans le dallage ou posées dans un carottage du dallage, de 1,00 m de hauteur et placés devant chaque rail de portes industrielles et de part et d'autre pour porte d'accès de plain-pied.

– Protection des portes coulissantes :

Protection par panneaux grillagés des portes coupe-feu jusqu'à une hauteur de 2,00 m. Quilles de protection fixées au sol par platines chevillées dans le dallage, sur la face opposée pour protéger les angles des tableaux.

– Protection des postes RIA et des tableaux divisionnaires :

Tous les postes de RIA et les tableaux divisionnaires seront protégés par un ouvrage de serrurerie adapté à sa localisation.

3.8. Barrières de confinement semi-automatiques des eaux d'extinction incendie

Mise en œuvre de barrières de confinement semi-automatiques des eaux d'extinction incendie pour assurer une garde d'eau de 30 cm.

L'ensemble est asservi à la détection incendie

3.8.1. Barrière basculante pour porte de quai avec niveleur

- dimensions de l'ouverture 2,8 x 3 m (L x h), 6 unités

3.8.2. Barrière pivotante pour porte piétonne

- porte 1 UP (largeur 90cm): 14 unités
- porte 2 UP (largeur 150cm): 2 unités

3.8.3. Barrière pivotante à 2 portées

- o porte de quai sans niveleur de quai (largeur de la porte 3m) : 4 unités
- o porte coulissantes dans mur coupe-feu entre cellules 2 et 3 (largeur de l'ouverture 4m): 2 unités

3.9. Isolation thermique extérieure (ITE)

3.9.1. Isolation des soubassements

- Etanchéité du mur par produit bitumineux, passé en 2 couches croisées, et d'une nappe en polyéthylène haute densité formant protection et drainage vertical de type DELTA MS ou équivalent.
- Panneau épaisseur 120mm

Performance thermique

R= 3,15 m².K/W

3.9.2. Complexe ITE avec finition enduit

- Complexe ITE avec isolant laine minérale
- Enduit de finition organique

1. Mur maçonné
2. Laine minérale de roche FKD Max C2
3. Fixation mécanique
4. Enduit de finition



Performance thermique

R= 3,15 m².K/W

3.9.3. Peintures extérieures

Peinture : par application de peinture type piolite après préparation de support pour maçonnerie des façades activités.

3.10. Bardage métallique

3.10.1. Dépose du bardage pignon nord

Dépose avec ou sans réemploi, compris ossature.

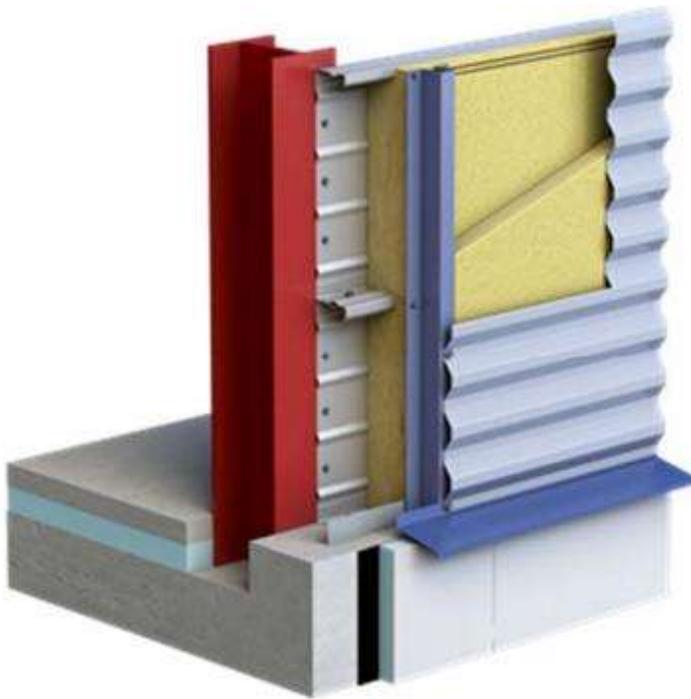
A réaliser en fin de travaux pour limiter les incidences sur la partie existante.

3.10.2. Remplissage en bardage

a) en acier nervuré

- de type double peau prélaqué intérieur/extérieur
- isolation laine de verre ou de roche ép. 190mm (130+60) mm
- pose horizontale et/ou verticale y compris toutes sujétions spéciales, couronnement, bavette haute et basse, angle, jambages, appuis et tout élément de finition.

Localisation : façades activités



Exemples de solution avec ossature intermédiaire et seconde couche d'isolant

Figure 19bis - Détail du pied de Bardage Horizontal

Performance thermique
 $R = 3,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

3.10.3. Mise aux normes de la partie existante

- Mise en œuvre d'écran thermique sur les façades sud et est : en cours d'étude

3.11. Menuiseries extérieures

3.11.1. Châssis vitrés

Châssis isolés ou en bandes :

- châssis aluminium thermolaqué
- châssis fixe et/ou châssis ouvrant à l'italienne
- remplissage vitré

Performance thermique

U_w (W/m².K) = **2,00**

3.11.2. Portes issues de secours métalliques isolées

Portes pleines isolées :

- Bâti aluminium thermolaqué
- Remplissage menuisé

Performance thermique

U_d (W/m².K) = 2

3.11.3. Escaliers

Sans objet : existant inchangé

3.12. Plâtrerie – menuiseries intérieures

3.12.1. Plâtrerie (cloisons – doublages – faux-plafonds)

Doublage thermique

Doublage type Placomur 13 + 100

Posé à la colle sur support maçonnerie - posé sur ossature sur support métallique, y compris toutes sujétions de pose.

Performance thermique

$R = 3,15$ m².K/W

Localisation : mur séparatif de cellule

3.12.2. Menuiseries intérieures

Sans objet

3.12.3. Traitement des parements verticaux intérieurs

Jointement de parpaing

Localisation : L'ensemble de maçonnerie intérieure non doublée

3.13. Peinture entrepôt

3.13.1. Peinture sur métal

Deux couches de peinture appliquées sur une couche d'antirouille sur tous les ouvrages métalliques non galvanisés :

- Portes issues de secours en façade
- Protections portes, descentes EP, RIA...

Pas de peinture de finition sur les portes coupe-feu intérieures (piétonnes et coulissantes).

Il pourra être proposé en OPTION une peinture des poteaux et / ou les colonnes.

3.14. Plomberie

3.14.1. Branchement

Existant inchangé

3.14.2. Adduction d'eau

Réseaux généraux d'alimentation

Alimentation depuis le regard comptage au bâtiment, en tuyaux PVC pression passée en tranchée, y compris toutes sujétions de pose et protections.

Alimentation des appareils eau chaude/eau froide en tube de cuivre y compris vannes de coupure.

3.14.3. Production d'eau chaude

Sans objet

3.14.4. Evacuation de l'ensemble des appareils

Sans objet

3.14.5. Appareils sanitaires

Sans objet

3.15. Chauffage – ventilation

Température activités

- + 15°/-7° extérieur

3.15.1. Chauffage par aérotherme

- Aérotherme indépendant à gaz
- Raccordement de gaz brûlés en toiture
- Brasseur d'air asservi aux aérothermes
- Ensemble des protections nécessaires

Caractéristiques thermiques :

- Puissance nominale = 76.6 kW
- Rendement nominale = 90,1%

3.15.2. VMC

Ventilations mécaniques simple flux comprenant :

- Tourelles en toiture

Caractéristiques thermiques :

- VMC simple flux autoréglable
- P = 680 W Th-C

3.16. Electricité : courants forts

3.16.1. Alimentation

Le projet sera alimenté à partir d'un comptage type tarif jaune.

L'alimentation principale sera amenée jusqu'au TGBT existant.

La distribution sera réalisée à partir de ce TGBT vers les tableaux divisionnaires.

La distribution se fera sur chemin des câbles dès lors qu'un groupe de plus de 3 câbles cheminent côte à côte.

3.16.2. Éclairage

Niveaux d'éclairage moyens prévus à 1 m du sol :

- Locaux techniques : 250 lux
- Allée de stockage : 150 lux
- Zone de quai : 220 lux

Il est prévu un tableau divisionnaire par cellule.

Chaque cellule sera recoupée en zones d'éclairage.

Les commandes pour chaque cellule, seront positionnées sur le tableau divisionnaire.

L'ensemble des appareils d'éclairage de l'entrepôt seront posés sur des rails canalisés installés perpendiculairement aux palletiers.

Dans l'entrepôt, les luminaires seront de type LED.

La hauteur de pose des luminaires respecte la hauteur libre contractuelle.

Eclairage de sécurité par LED pour la signalisation des issues de secours et le balisage général.

Bras d'éclairage sur les quais en OPTION.

Toutes les alimentations spécifiques sont prévues :

- Vannes motorisées.

- Porte pour accès plain-pied,
- Portes coupe-feu,
- Aérothermes, etc...

Installation d'un paratonnerre conforme à la réglementation NFC 17.102 et à l'arrêté d'exploiter.

3.16.3. Eclairage extérieur

Réalisé d'une part par des candélabres pour l'éclairage des parkings et des bornes basses pour les cheminement piétons et, d'autre part, par des projecteurs fixés sur les façades du bâtiment au niveau de l'acrotère.

Les projecteurs de façade seront équipés de lampe à LED.

L'ensemble de l'installation sera contrôlé par une horloge asservie avec cellule photoélectrique, permettant un fonctionnement automatique et manuel (marche forcée) depuis les bureaux – locaux sociaux par bouton poussoir.

Le niveau d'éclairage à assurer sur les voies de circulation et le stationnement des V.L. sera d'environ 10 lux et 30 lux en zone de mise à quai profondeur 25m.

Eclairage suivant normes sur cheminements PMR.

3.16.4. Eclairage de sécurité

L'éclairage de sécurité sera conforme à l'arrêté du 26 février 2003 et aux normes en vigueur.

Réalisation par blocs autonomes assurant les fonctions de balisage et de signalisation des issues.

Les zones de préparation seront équipées de blocs-phare.

Le complément de balisage après pose des racks est à la charge de l'exploitant.

3.17. Courants faibles entrepôt

3.17.1. Alarme incendie

Le bâtiment sera équipé d'une alarme incendie conforme au code du travail.

A proximité des issues de secours, il sera installé des coffrets bris de glace relié à des avertisseurs sonores.

3.17.2. Détection incendie

Détection automatique d'incendie avec transmission, en tout temps, de l'alarme à l'exploitant. Cette détection actionne une alarme perceptible en tout point du bâtiment permettant d'assurer l'alerte précoce des personnes présentes sur le site, et déclenche le compartimentage de la ou des cellules sinistrées.

3.18. Equipements de parachèvement

3.18.1. Menuiseries intérieures

Sans objet

3.18.2. Revêtement sol souple

Sans objet

3.18.3. Faux-plafonds

Sans objet

3.18.4. Carrelages et faïences

Sans objet

3.18.5. Peinture

Sans objet

3.18.6. Agencement

Sans objet

3.19. Equipements spécialisés

3.19.1. Réseau RIA

- Branchement sur compteur
- Alimentation depuis le regard comptage au bâtiment en tuyaux PVC pression passés en tranchée.
- Vanne de coupure et d'isolement au droit de la pénétration dans le bâtiment.
- Alimentation à l'intérieur du bâtiment en tuyau galvanisé.

Fourniture et pose de dévidoirs et accessoires nombre : 2

3.20. Clôture portail

Clôture existante inchangée, sauf côté nord :

- Dépose du grillage existant, comprise poteaux et massifs de fondation
- Fourniture et pose de grillage :
 - de type rigide, à mailles rectangulaires 5 cm x 20 cm,
 - de couleur banche,
 - d'une hauteur de 2 mètres
 - compris toutes sujétions de massif de fondation et de pose
- Clôture déroulée hauteur 1,50 m en périphérie des bassins.
- Portail existant inchangé

3.21. Espaces verts

3.21.1. Préparation

Régalage de la terre végétale sur toutes les zones traitées en espace vert, après façonnage des merlons ou des zones pentées

3.21.2. Plantations

Plantations d'arbres de hautes tiges, arbustes plantes grimpantes et plantes vivaces sur la base des règles d'urbanisme en vigueur de la commune et précisés dans la notice paysagère et le plan masse Espaces Verts du dossier de Permis de Construire.

Bandes de gravillon de 30 cm de largeur en pied des façades donnant dans les espace-verts.

3.21.3. Gazon

Engazonnement de l'ensemble des zones espaces verts avec un semis de prairie.

La première tonte est prévue.

3.21.4. Arrosage

Réseau de canalisations enterrées dans le sol avec bouches incongelable

3.22. Non prévu

Ce qui n'est pas explicitement décrit ci-dessus dont notamment :

- Détection incendie,
- Extincteurs,
- Complément de balisage par blocs phares après pose des racks ou aménagements spécifiques
- Cloisonnement amovible, mobiliers de bureau, racks de stockage, enseignes et totem, stores
- Equipement réfectoire : plaques chauffantes, micro-ondes, réfrigérateur....
- Projecteurs d'éclairage remorque sur bras articulé
- Contrôle d'accès et vidéo surveillance,
- Pré-câblage informatique : câblages, prises RJ, baies
- Equipements des baies de brassage
- Onduleurs,
- Connecteurs et support batteries des locaux de charge,
- Autocommutateur, câblage et installation téléphonique,
- Protection en pied de racks,
- Arrosage automatique et fluides spécifiques (air comprimé...)

3.23. Options retenues

A compléter le cas échéant

8.6 ANNEXE 16 : DIAGNOSTIC SOL

SIV



*Rapport technique présentant les résultats de l'étude
des sols effectuée sur le terrain de Saint Michel-sur-Orge (91)*

[VOF_1]

Février 2017

AVERTISSEMENT

La présente étude de sol a été réalisée de façon sincère et en conformité avec l'état de l'art en la matière et ce, à la demande de SIV, à partir des informations recueillies librement auprès d'elle et dans le cadre d'un budget déterminé.

Toutefois, ORGANCE attire l'attention de SIV sur deux points :

- ❑ D'une part, la responsabilité d'ORGANCE ne saurait être engagée pour tout fait ou toute conséquence de fait, dont elle aurait été tenue dans l'ignorance et ce, pour quelque raison que cela puisse être.
- ❑ D'autre part, une étude n'est que la "*photographie*" d'une situation à un moment donné ; l'amélioration d'un constat ou la pérennité d'un diagnostic, ne dépend ensuite que des dispositions éventuelles mises en œuvre.

Auteur : *Patrick BARBOTTE-DOMALAIN*
Consultant
Cabinet ORGANCE-CALIX

SOMMAIRE

NOTE LIMINAIRE

P 2

I - PROCEDURE D'INTERVENTION

P 3

- A - Présentation du site de St Michel-sur-Orge* P 3
- B - Détermination de la stratégie d'échantillonnage* P 65
- C - Réalisation des prélèvements* P 10
- D - Conditionnement et transport des échantillons* P 10
- E - Observations de terrain* P 10
- F - Analyse des échantillons* P 16

II - DETERMINATION DE LA SENSIBILITE GLOBALE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE

P 17

- A - Evaluation de la vulnérabilité des milieux* P 17
- B - Etude des cibles potentielles* P 20

III - DIAGNOSTIC DU SITE EN TERMES DE POLLUTION

P 21

- A - Résultats d'analyses obtenus* P 21
- B - Détermination de l'impact* P 27

IV - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

P 29

ANNEXES

NOTE LIMINAIRE

Dans le cadre de son projet d'acquisition et d'agrandissement de locaux sur la zone industrielle de Saint Michel-sur-Orge (*Essonne*), **SIV, membre du groupe MERCATOR, a souhaité faire réaliser un diagnostic de la qualité des sols** dudit site (*EVAL Phase I / A100, A120 et EVAL Phase II / A200 de la Norme X31-620-2*).

L'objectif pour SIV étant de disposer d'un document de synthèse précis et argumenté, destiné à un usage tant interne qu'externe (*organisme de financement, administration, notaire*), lui conférant les éléments d'information nécessaires quant à l'évaluation de la qualité des sols et vis-à-vis de l'impact d'une éventuelle pollution sur la valeur patrimoniale du foncier concerné.

Dans ce contexte, **SIV a demandé à ORGANCE**, société spécialisée en environnement, **d'intervenir afin de pouvoir déterminer**, le cas échéant, **l'ampleur d'une (ou des) pollution(s) potentielle(s)**, ainsi que les principales mesures qu'il conviendrait alors de prendre pour remettre le site en état.

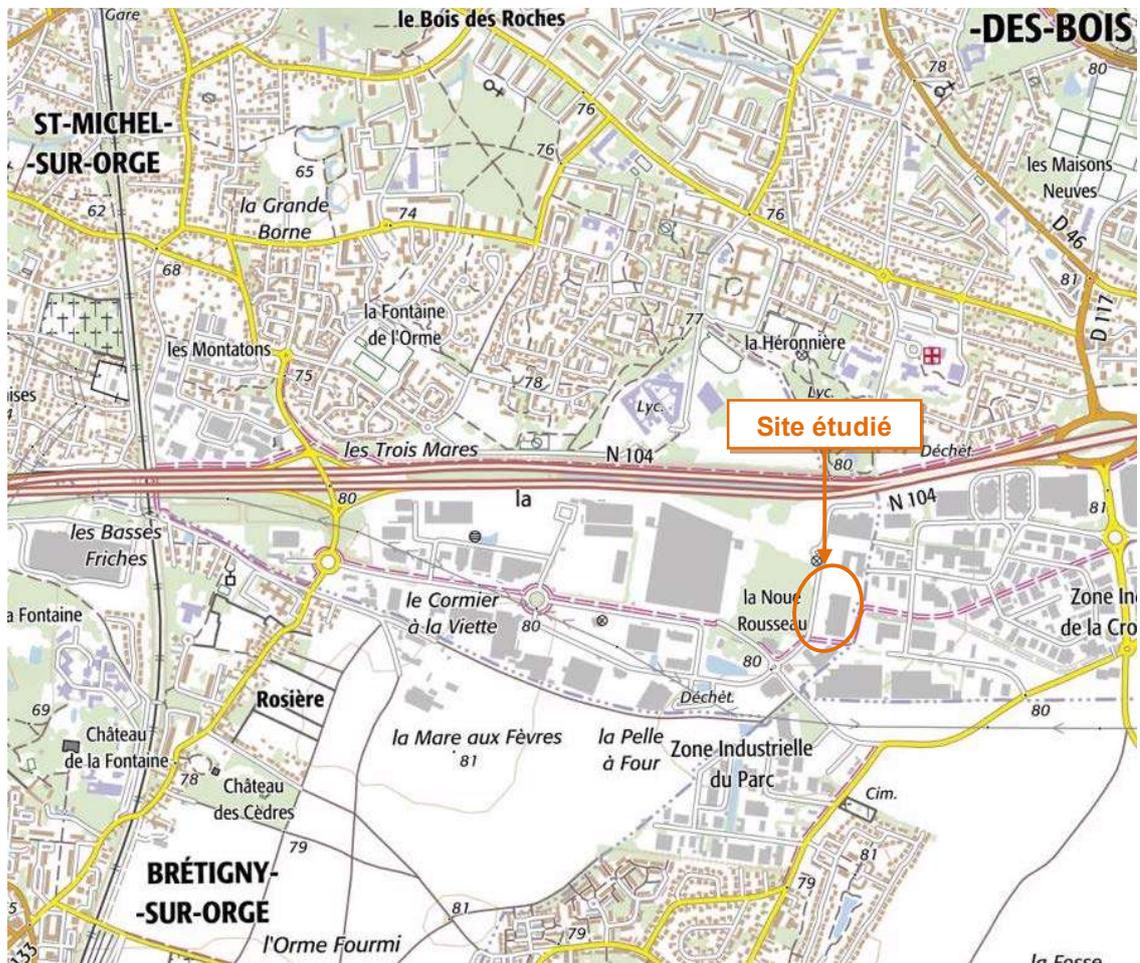
- ➔ Le déroulement de la mission s'est effectué selon la méthodologie proposée par la norme X31-620-2 (*EVAL Phase I / A100, A120 et EVAL Phase II / A200*) :
- Réalisation des sondages de sol le 09/01/17.
- Analyse des échantillons de sol par un laboratoire agréé.
- Interprétation des résultats.
- Etude de la vulnérabilité du milieu (*recherche de données auprès du BRGM, de l'ARS, carte géologique...*).
- Elaboration des conclusions et des recommandations.

Le présent rapport constitue la synthèse de l'ensemble de la démarche.

I - PROCEDURE D'INTERVENTION

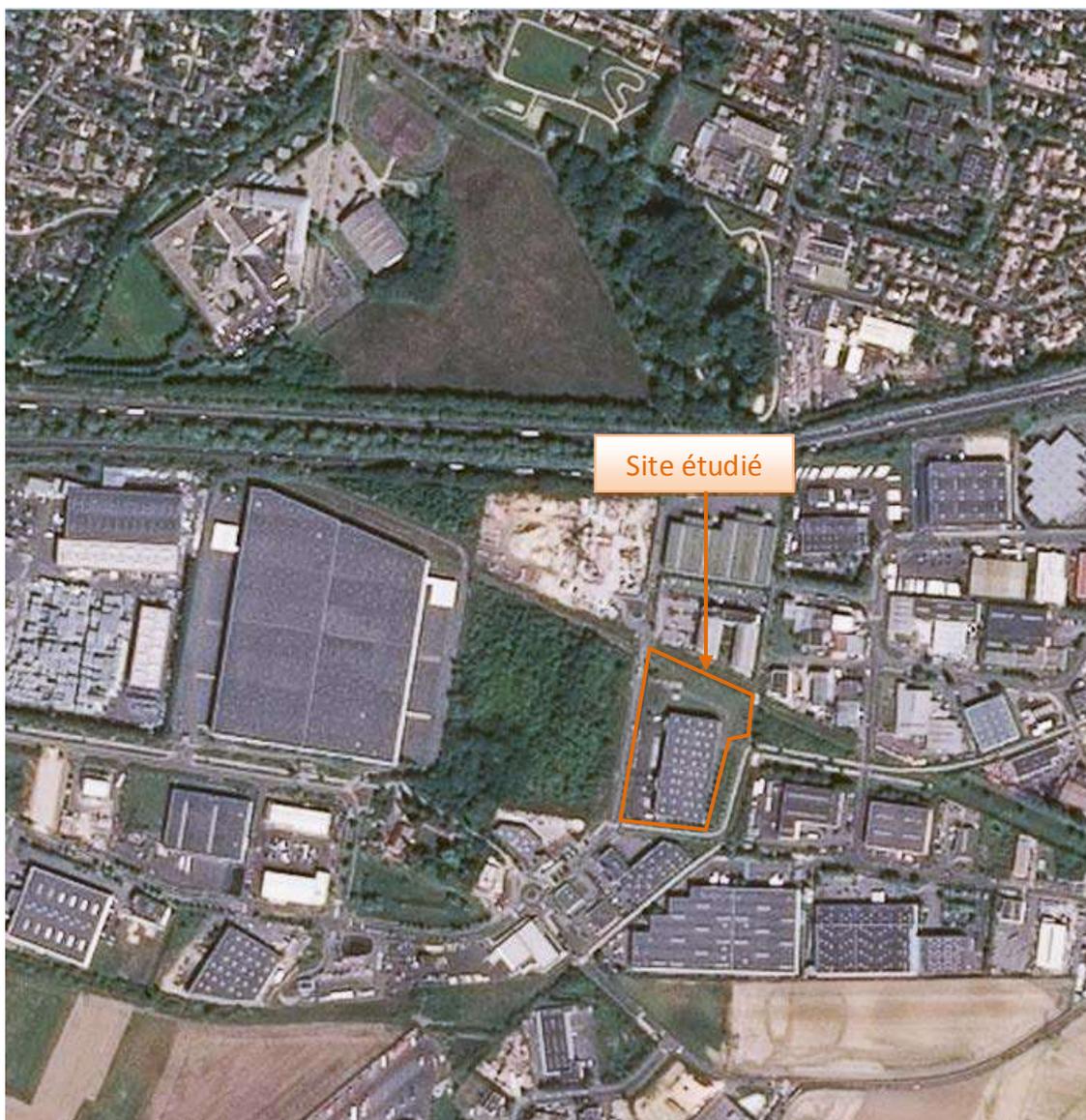
A - PRESENTATION DU TERRAIN DE SAINT MICHEL-SUR-ORGE

Plan de situation



Source : GEOPORTAIL

Vue aérienne



Source : GEOPORTAIL

CARACTERISTIQUES INTERNES	
<i>Nature du site</i>	Bâtiment industriel occupé par les Editions PICCOLIA.
<i>Localisation</i>	L'ensemble est situé en limite Sud-Est de la ville de St Michel-sur-Orge, dans le département de l'Essonne.
<i>Adresse du site</i>	5 rue d'Alembert 91240 ST MICHEL-SUR-ORGE
<i>Emprise cadastrale</i>	Parcelle n° 263 section AV.
<i>Surface occupée</i>	15 766 m ² dont environ 5 000 m ² bâtis.
<i>Présence de forages</i>	Non.
<i>Clôture du site</i>	Oui.

CARACTERISTIQUES EXTERNES	
<i>Environnement du site</i>	L'emprise cadastrale étudiée se trouve en zone industrielle. Elle est bordée par une résidence hôtelière au Nord, d'autres constructions à usage industriel à l'Est et au Sud, et par un terrain non bâti à l'Ouest.
<i>Situation géographique et/ou géologique</i>	Le site se trouve dans le Hurepoix, à un point de cote de + 82 mètres environ. Selon la carte géologique n° 219 de Corbeil-Essonne, le terrain affleurant ou subaffleurant est constitué de limons des plateaux.
<i>Situation hydrologique et hydrogéologique</i>	Le terrain est localisé à environ : <ul style="list-style-type: none"> • 300 m à l'Ouest d'un canal de récupération des eaux de ruissellement de la ZI de la Croix ; • 3 km à l'Est de l'Orge. La nappe du calcaire de Brie est la première nappe rencontrée au droit du site, à une profondeur de l'ordre de 5 mètres, selon les forages les plus proches répertoriés dans <i>Infoterre</i> , la base de données du BRGM.

B - DETERMINATION DE LA STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE

1 - Détermination du nombre et de l'emplacement des échantillons à prélever

La visite approfondie du site a conduit ORGANCE à retenir plusieurs zones correspondant à des équipements ou des infrastructures de nature à présenter un risque de pollution potentielle pour les milieux sous-jacents :

❑ **Sondage # S1**

Ce sondage a été effectué sur le parking en limite Sud-Ouest de l'emprise cadastrale, jusqu'à 2 mètres de profondeur.

❑ **Sondage # S2**

Il a été réalisé à proximité du quai de chargement n° 1, jusqu'à 2 mètres de profondeur. *(Initialement prévu au droit du quai, le sondage a dû être déplacé de 2 m plus au Sud, en raison d'un refus rencontré lors de la foration initiale)*

❑ **Sondage # S3**

Celui-ci a été implanté au droit du quai de chargement n° 3, jusqu'à une profondeur de 2 mètres.

❑ **Sondage # S4**

Il a été mené en limite Nord-Ouest du site, jusqu'à 2 mètres de profondeur.

❑ **Sondage # S5**

Ce sondage a été réalisé en partie Ouest de la zone d'extension prévisionnelle des locaux et ce, jusqu'à 2 mètres de profondeur.

❑ **Sondage # S6**

Il a été effectué en partie Est de la zone d'extension prévisionnelle des locaux, jusqu'à 2 mètres de profondeur.

❑ **Sondage # S7**

Celui-ci a été implanté en limite Nord-Est de la parcelle, jusqu'à une profondeur de 2 mètres.

❑ **Sondage # S8**

Ce dernier sondage a été mené au Sud-Est de l'emprise cadastrale, jusqu'à une profondeur identique (*2 mètres*).

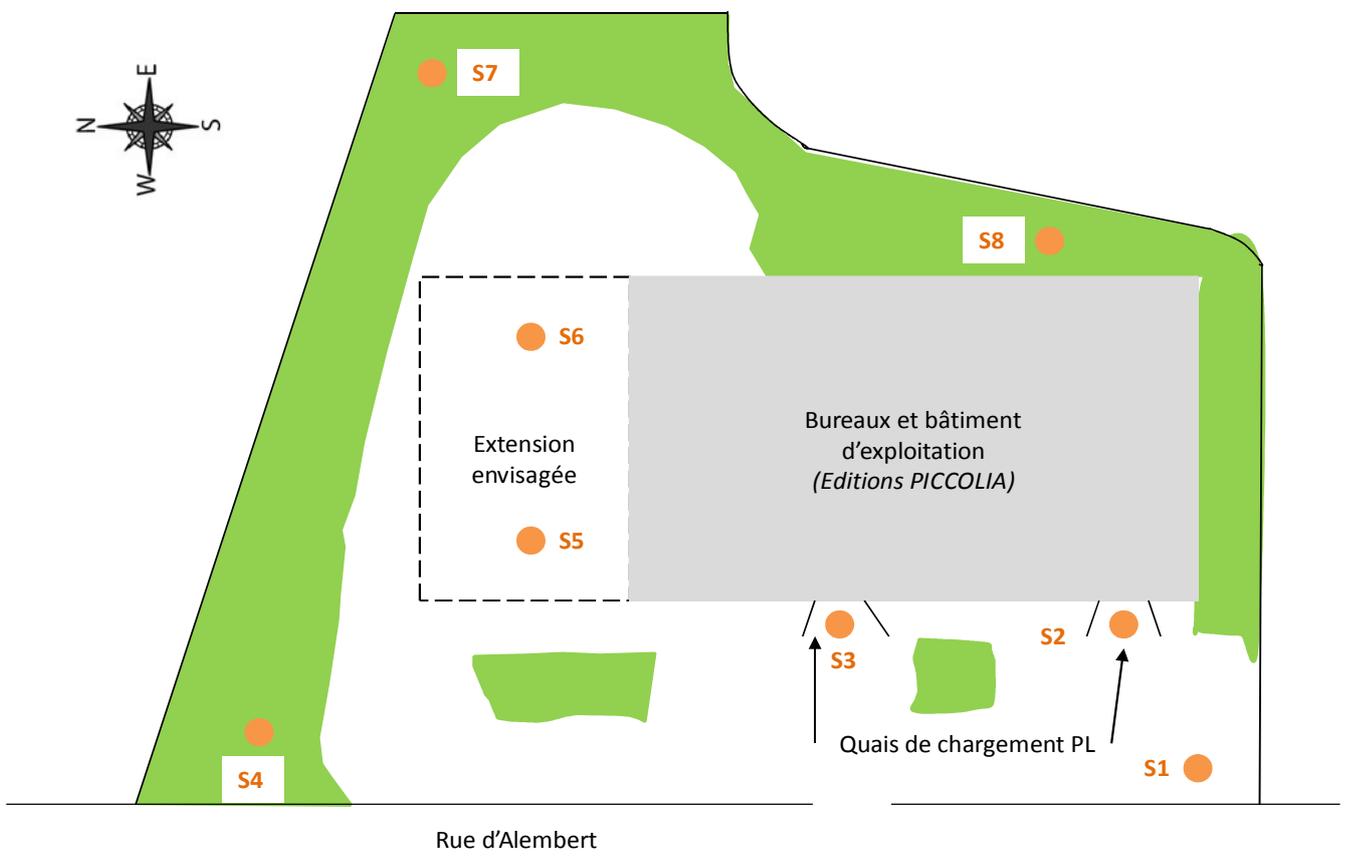
Afin de disposer d'informations précises sur le niveau de la pollution éventuelle de ces zones, **il a été décidé**, en accord avec le représentant de SIV, **d'effectuer un prélèvement moyen de sol sur chacun des huit sondages** représentatifs des secteurs étudiés.

2 - Détermination de la nature des éléments à rechercher

De façon à répondre à l'objectif de détermination de la qualité des sols, ont été retenus comme susceptibles de contaminer le terrain, compte tenu des activités pratiquées sur la zone d'étude et du projet d'agrandissement du bâti :

- ❑ Les hydrocarbures totaux (*HCT*) C10-C40.
 - ❑ Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (*HAP*).
 - ❑ Les Benzène, Toluène, Ethyl-Benzène et Xylène (*BTEX*).
 - ❑ Les composés organo-halogénés volatils (*COHV*).
 - ❑ Les métaux (*As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb et Zn*).
 - ❑ Les éléments constitutifs du "*pack ISDI*", à savoir :
 - ➔ Sur brut :
 - les hydrocarbures totaux (*HCT*) C10-C40 ;
 - les hydrocarbures aromatiques polycycliques (*HAP*) ;
 - les Benzène, Toluène, Ethyl-Benzène et Xylène (*BTEX*) ;
 - les Polychlorobiphényles (*PCB*) ;
 - le Carbone Organique Total (*COT*).
 - ➔ Sur lixiviat :
 - 12 métaux (*As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Zn*) ;
 - les fluorures ;
 - les chlorures ;
 - les sulfates ;
 - l'indice phénol ;
 - le Carbone Organique Total (*COT*) ;
 - la fraction soluble ;
 - le pH.
- ➔ ***La localisation des sondages et les modalités de prélèvement sont présentées sur le plan schématique et dans le tableau des pages suivantes.***

Schéma d'implantation des sondages et des prélèvements



**Tableau récapitulatif des interventions réalisées en fonction
des sources de pollution potentielle identifiées**

N°	Désignation du sondage	Type d'intervention	Nombre, type et profondeur (en mètre) des prélèvements		Eléments à rechercher
S1	Contrôle de l'intégrité des sols du parking au Sud-Ouest du site	Sondage au carottier battu	1 plvt moyen	0,10 / 2,00	HCT [C10-C40] + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
S2	Contrôle de l'intégrité des sols à proximité du quai de chargement n° 1	Sondage au carottier battu	1 plvt moyen	0,10 / 2,00	HCT [C10-C40] + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
S3	Contrôle de l'intégrité des sols au droit du quai de chargement n° 3	Sondage au carottier battu	1 plvt moyen	0,10 / 2,00	HCT [C10-C40] + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
S4	Contrôle de l'intégrité des sols en limite Nord-Ouest de la parcelle	Sondage au carottier battu	1 plvt moyen	0,10 / 2,00	HCT [C10-C40] + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
S5	Contrôle de l'intégrité des sols de la partie Ouest de l'extension envisagée	Sondage au carottier battu	1 plvt moyen	0,10 / 2,00	Pack ISDI*
S6	Contrôle de l'intégrité des sols de la partie Ouest de l'extension envisagée	Sondage au carottier battu	1 plvt moyen	0,10 / 2,00	Pack ISDI*
S7	Contrôle de l'intégrité des sols de la partie Nord-Est de la parcelle	Sondage au carottier battu	1 plvt moyen	0,10 / 2,00	HCT [C10-C40] + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
S8	Contrôle de l'intégrité des sols de la partie Sud-Est de la parcelle	Sondage au carottier battu	1 plvt moyen	0,10 / 2,00	HCT [C10-C40] + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux

Pack ISDI : cf. détail des éléments recherchés page 7*

C - REALISATION DES PRELEVEMENTS

Sous la coordination d'ORGANCE, les sondages de sol ont été effectués par la société VALGO.

L'intervention s'est déroulée le 09/01/17 selon les techniques normalisées pour les sols, par temps nuageux mais sec.

Les sondages ont été exécutés :

- ❑ **Aux emplacements décidés par ORGANCE** et sous la responsabilité de MERCATOR Group quant au passage éventuel de canalisations, câblages et ouvrages souterrains.
- ❑ **Au moyen d'un carottier battu (*Wacker*)** muni d'une gouge de prélèvement à fenêtre de \varnothing 35 mm.
- ❑ **Avec un outil de forage propre** pour éviter de contaminer un prélèvement par le précédent.

D - CONDITIONNEMENT ET TRANSPORT DES ECHANTILLONS

Les échantillons de sol ont été conditionnés dans des bocaux en verre neufs, adaptés au dosage des différents éléments à rechercher.

Ils ont été conservés en glacière, avant d'être acheminés rapidement par transporteur vers le laboratoire pour analyse.

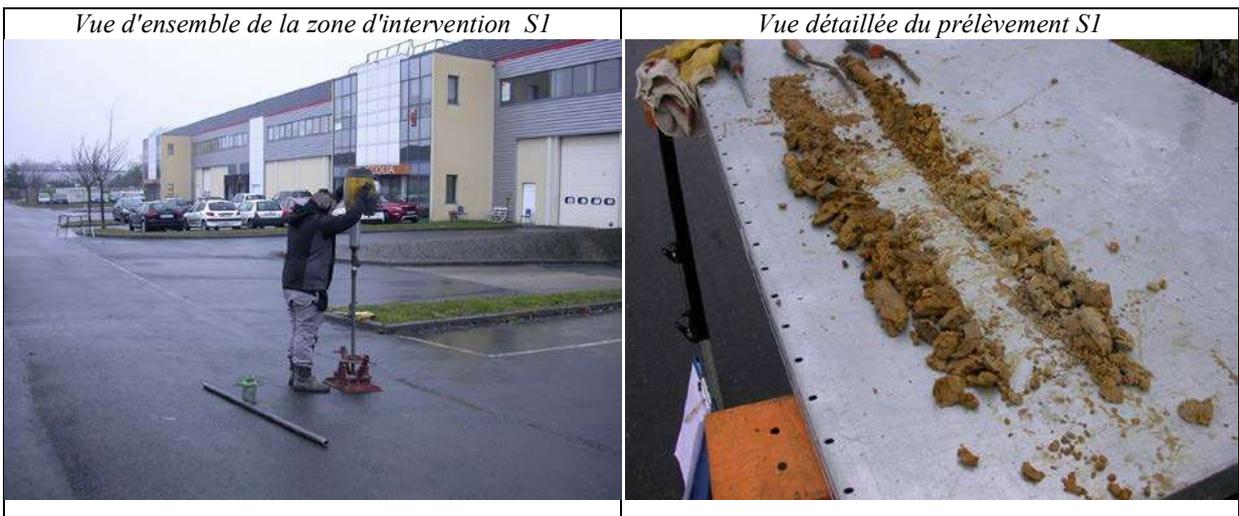
Enfin, le laboratoire conserve, dès leur réception, les échantillons en chambre froide et ce, jusqu'à leur analyse.

E - OBSERVATIONS DE TERRAIN

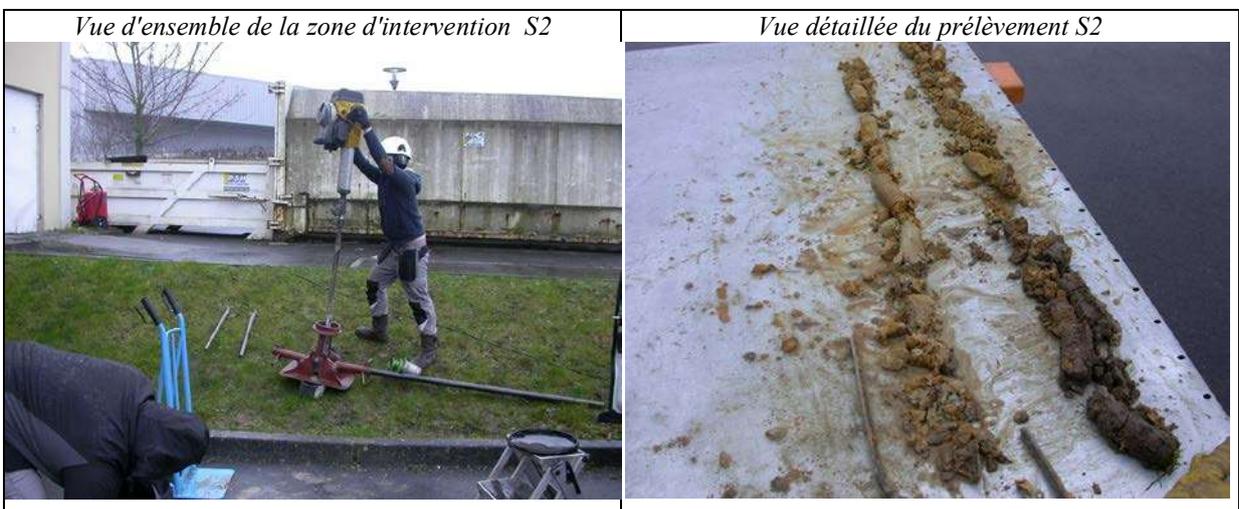
1 - Quant à la nature du sol au droit du site

Sur la base des sondages effectués, la coupe géologique superficielle du site est résumée dans les tableaux figurant dans les pages suivantes :

Sondage S1 (angle Sud-Ouest de la parcelle)		
Profondeur (mètres)	Epaisseur (mètres)	Nature lithographique des horizons traversés
0,00 à 0,05	0,05	Enrobé sur grave.
0,05 à 2,00	1,95	Argilo-sableux ocre-beige sur 55 cm, devenant argileux ocre-marron ; présence de cailloux (chaille). Argile compacte à partir de - 1,20 m, d'abord ocre-orangé puis marron-grise avec des graviers. Fin de forage



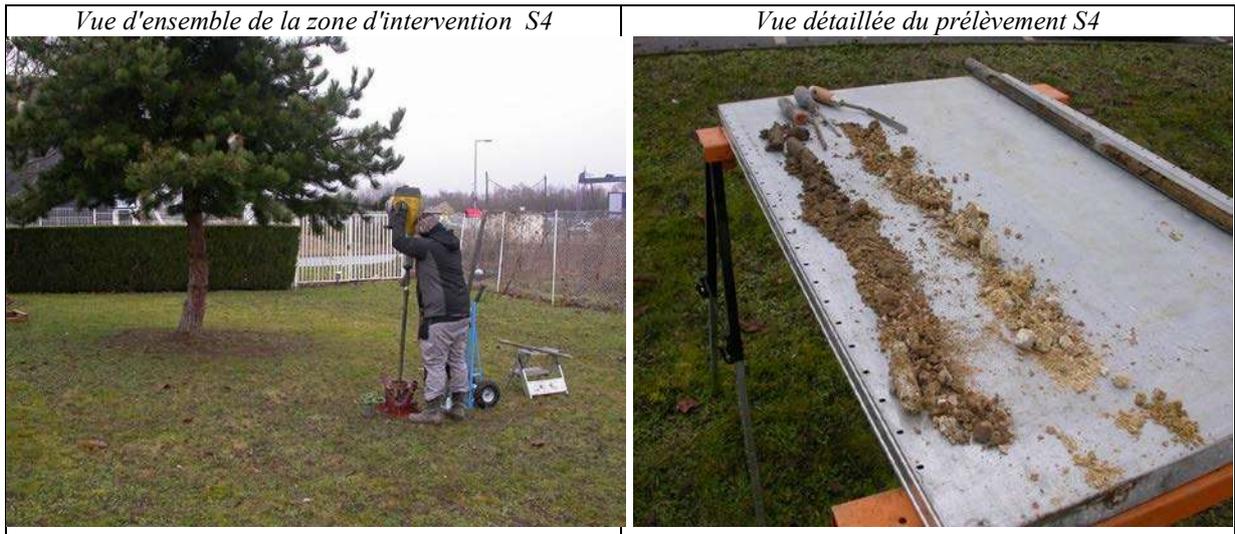
Sondage S2 (voisinage du quai de chargement n°1)		
Profondeur (mètres)	Epaisseur (mètres)	Nature lithographique des horizons traversés
0,00 à 0,40	0,40	Terre végétale.
0,40 à 2,00	1,60	Argile bariolée (gris / ocre / orangé) légèrement sableuse sur 50 cm, puis compacte, avec présence de cailloux. Fin de forage



Sondage S3 (quai de chargement n° 3)		
Profondeur (mètres)	Epaisseur (mètres)	Nature lithographique des horizons traversés
0,00 à 0,05	0,05	<i>Enrobé sur grave.</i>
0,05 à 2,00	1,95	<i>Argilo-sableux ocre, évoluant vers de l'argile compacte, bariolée (verte / grise / orangé). Passage d'argile grise avec inclusions de cailloux et graviers (chaille).</i> <i>Fin de forage</i>



Sondage S4 (Nord-Ouest du terrain)		
Profondeur (mètres)	Epaisseur (mètres)	Nature lithographique des horizons traversés
0,00 à 0,25	0,25	<i>Terre végétale.</i>
0,25 à 2,00	1,75	<i>Argilo-sableux ocre-beige sur 60 cm, puis argilo-graveleux ocre avec graviers blancs jusqu'à - 1,50 m ; calcaire en mélange avec de l'argile puis du sable ; puis gravelo-sableux jaune (silex) sur les 15 derniers cm.</i> <i>Fin de forage</i>



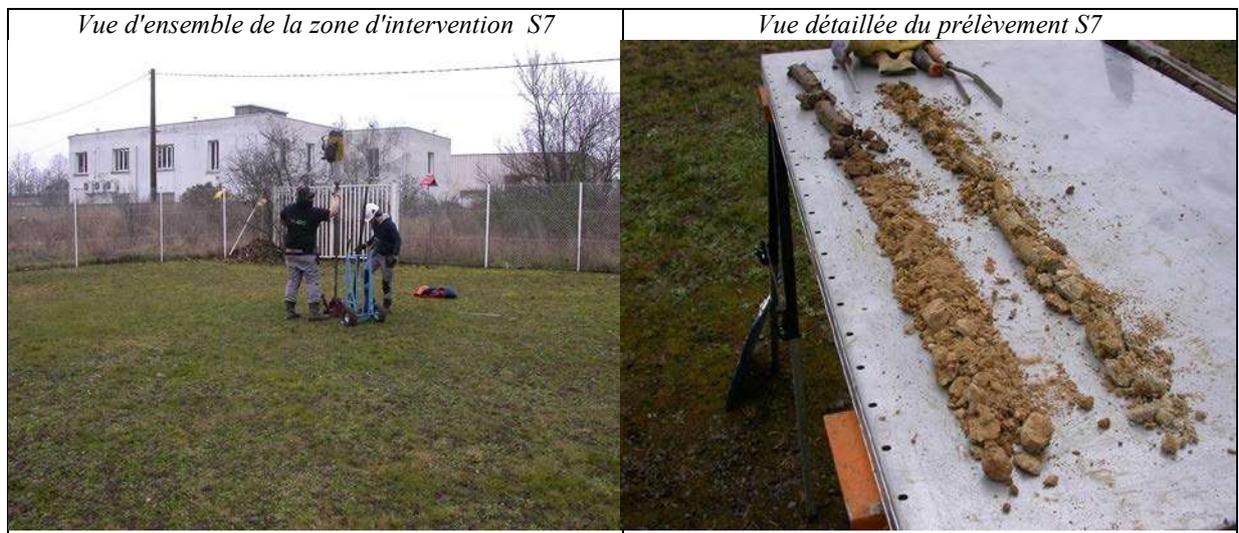
Sondage S5 (Ouest de la zone d'extension envisagée)		
Profondeur (mètres)	Epaisseur (mètres)	Nature lithographique des horizons traversés
0,00 à 0,30	0,30	<i>Terre végétale</i> contenant de nombreux cailloux.
0,30 à 2,00	1,70	<i>Argilo-graveleux</i> ocre-jaune sur 45 cm, puis <i>argile</i> compacte d'abord grise, devenant ocre-marron à partir de - 1,55 m. Fin de forage



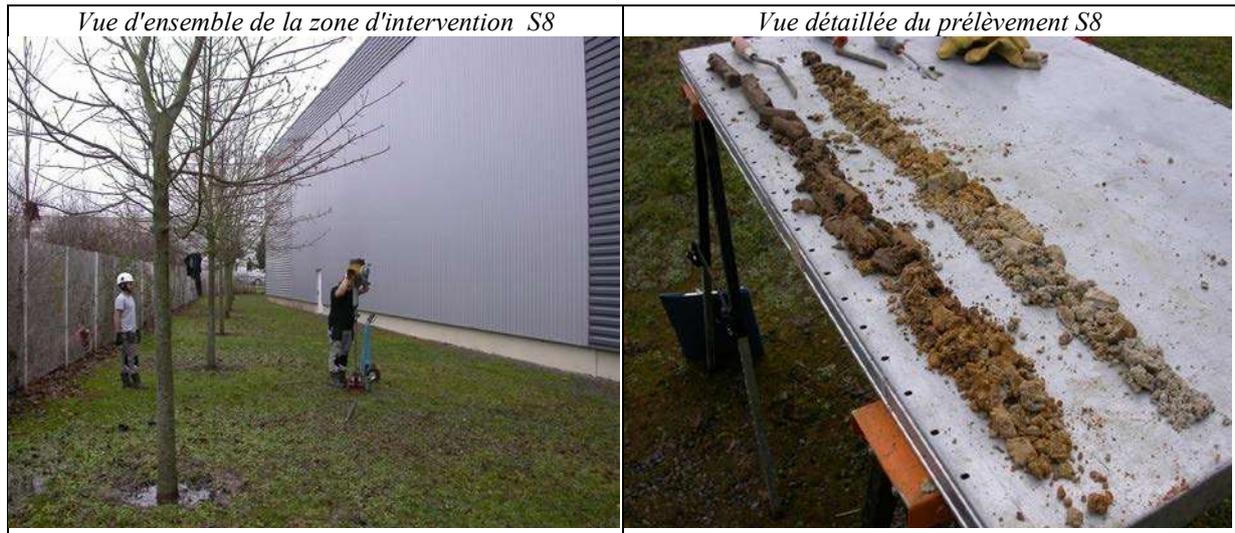
Sondage S6 (Est de la zone de l'extension future)		
Profondeur (mètres)	Epaisseur (mètres)	Nature lithographique des horizons traversés
0,00 à 0,10	0,10	<i>Terre végétale.</i>
0,10 à 2,00	1,90	<i>Argile compacte contenant des graviers, marron avec passages bariolés.</i>
Fin de forage		



Sondage S7 (Nord-Est de la parcelle)		
Profondeur (mètres)	Epaisseur (mètres)	Nature lithographique des horizons traversés
0,00 à 0,40	0,40	<i>Terre végétale.</i>
0,40 à 2,00	1,60	<i>Argilo-sableux crème jusqu'à - 1,10 m, devenant argileux ocre à gris-blanc, avec chaille.</i>
Fin de forage		



Sondage S8 (Sud-Est de la parcelle)		
Profondeur (mètres)	Epaisseur (mètres)	Nature lithographique des horizons traversés
0,00 à 0,40	0,40	<i>Terre végétale.</i>
0,40 à 2,00	1,60	<i>Argile brune jusqu'à - 0,60 m, puis chaille marron-ocre (argile et graviers grossiers) sur 80 cm, devenant grise.</i> <i style="text-align: right;">Fin de forage</i>



- ➔ Ainsi, les sondages effectués sur l'ensemble de la zone d'étude ont traversé un horizon à dominante argileuse, en association avec du sable ou des silex.

Compte tenu de ces observations, **on peut considérer que la couche superficielle du sous-sol de la zone étudiée présente une imperméabilité relativement satisfaisante, en fonction de la "compacité" de l'argile.**

2 - A propos des indices organoleptiques

Lors de la réalisation des huit sondages de sol et des prélèvements de terre, aucun indice olfactif ou visuel, laissant présager une éventuelle pollution, n'a été relevé dans les échantillons.

Par ailleurs, aucun niveau humide n'a été rencontré au cours des diverses forations menées jusqu'à 2 mètres de profondeur.

F - ANALYSE DES ECHANTILLONS

L'analyse des échantillons a été confiée au laboratoire WESSLING, agréé par le Ministère de l'Environnement et accrédité COFRAC :

- ❑ Les dosages ont été faits sur la terre préalablement séchée, dont la granulométrie a été homogénéisée.
- ❑ La recherche des éléments a été faite selon les techniques analytiques présentées dans le tableau ci-dessous.

	TECHNIQUES DE DOSAGE	NORME
HCT (C10-C40)	Chromatographie en phase gazeuse	NF EN ISO 16703
BTEX	Chromatographie en phase gazeuse	NF EN ISO 22155
HAP	Chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse (CG-SM)	NF ISO 18287
COHV	Chromatographie en phase gazeuse	NF EN ISO 22155
Métaux	Spectroscopie d'émission atomique / spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS)	Selon NF EN ISO 17294-2
PCB	Chromatographie en phase gazeuse avec détection par capture d'électrons	NF ISO 10382
COT sur MS	Combustion sèche	NF ISO 10694
COT après lixiviation	Minéralisation au persulfate à chaud	NF EN 1484
Indice phénol	Analyse en flux	DIN EN ISO 14402
Chlorures	Chromatographie en phase liquide	NF EN ISO 10304-1
Sulfates	Chromatographie en phase liquide	NF EN ISO 10304-1

II - DETERMINATION DE LA SENSIBILITÉ GLOBALE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE

A - EVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ DES MILIEUX

1 - Le sol

Le site étudié se trouve dans le bassin parisien, à un point de cote NGF d'environ + 80 à + 81 m.

Selon la carte géologique n° 219 de Corbeil-Essonnes, les terrains identifiés au droit du site sont les suivants :

- ❑ Limons. Ce sont des dépôts fins, meubles, argileux et sableux. Ils sont calcaires à la base lorsqu'ils reposent sur un substratum calcaire. Ils ont une teinte ocre à brun rougeâtre et renferment de nombreux débris de meulière.
- ❑ Formations du *Sannoisien supérieur*. On distingue, au sommet, l'Argile à meulière de Brie, composée de blocs de meulière dures, blanc-gris à roux, pris dans une argile grisâtre. Vient ensuite le Calcaire de Brie, composé de marnes calcareuses blanches, tendres, farineuses et de calcaires plus ou moins marneux, blancs à blanc grisâtre, souvent siliceux, meulière en surface. A la base, on trouve fréquemment un niveau de marnes brun chocolat. La puissance du Calcaire de Brie peut atteindre 10 mètres.
- ❑ Formations du *Sannoisien inférieur*, représentées par l'Argile verte de Romainville dont l'épaisseur varie de 4,00 m à 7,70 mètres. C'est une argile verte compacte, pouvant renfermer des nodules calcaires blanchâtres.
- ❑ Marnes supragypseuses (*Ludien supérieur*). Les Marnes de Pantin ou marnes blanches sont épaisses de 2,00 m à 8,00 mètres ; elles sont blanches, parfois vert clair, plus riches en argile à leur sommet et passant à un calcaire à la base. Les Marnes d'Argenteuil ou marnes bleues sont plus épaisses (9 à 12 mètres), compactes, gris bleuté, et renferment souvent des débris ligneux associés à de la pyrite.
- ❑ Calcaire de Champigny (*Ludien moyen*), calcaire compact renfermant des concrétions siliceuses brunes et des marnes crème.

Un forage, réalisé 250 mètres au Nord du site et référencé au BRGM sous l'indice 02196X0131, fait apparaître la coupe géologique générale suivante :

PROFONDEUR	LITHOLOGIE	FORMATION
0,00 - 5,60 m	Argile très sableuse ocre, à silex gris	Calcaire et Argile à meulières de Brie
5,60 - 9,00 m	Calcaire mudstone silicifié blanc	
9,00 - 15,80 m	Argile verte plastique	Argile verte de Romainville
15,80 - 17,80 m	Calcaire argileux blanchâtre	Marnes de Pantin
17,80 - 19,80 m	Marne blanche	
19,80 - 30,00 m	Argile calcaire gris verdâtre plus ou moins foncé, plastique	Marnes d'Argenteuil
30,00 - 35,50 m	Marne blanche à gris clair, parfois argile calcaire, avec intercalation de calcaire argileux	Calcaire de Champigny
35,50 - 37,00 m	Argile	
37,00 - 48,00 m	Marne blanche à gris clair, parfois argile calcaire, avec intercalation de calcaire argileux	
48,00 - 49,50 m	Grès et argile des Sables de Monceau ?	Sables de Monceau (<i>Sables d'Argenteuil</i>)
49,50 - 51,70 m	Calcaire mudstone beige dur	Calcaire de Saint-Ouen
51,70 - 53,00 m	Marne beige pâteuse	
53,00 - 58,50 m	Calcaire parfois argileux ou sableux et marne	
58,50 - 59,60 m	Argile	
59,60 - 61,40 m	Gypse	
61,40 - 64,00 m	Grès fin gris verdâtre, vacuolaire	Sables ou grès de Beauchamp
64,00 - 66,30 m	Marne et calcaire blanc	Marnes et caillasses lutétiennes
66,30 - 70,00 m	Calcaire mudstone blanc, piqueté de noir	

Les sondages réalisés sur le site le 09/01/17, jusqu'à une profondeur maximale de 2 mètres, ont indiqué pour leur part la présence de limons puis d'argile à meulières.

- ➔ **Il ressort de ces observations que la nature du terrain superficiel constitue une protection plutôt efficace contre la lixiviation en profondeur d'une éventuelle pollution de surface, en raison de la présence d'argile compacte. Notons toutefois que les inclusions localisées de graviers et cailloux de silex constituent des voies de cheminement préférentiel et atténuent donc l'imperméabilité de l'argile.**

2 - Les eaux souterraines

La carte géologique n° 219 de Corbeil-Essonnes recense plusieurs niveaux aquifères d'importance inégale :

- ❑ La nappe des Calcaires de Brie, contenue dans les formations calcaires, marnes et marno-calcaires à huîtres calcareuses reposant sur le substratum argileux des marnes vertes. Dans la zone géographique qui nous intéresse, sa faible profondeur la rend vulnérable aux pollutions.
 - ❑ La nappe du Calcaire de Champigny dont la productivité dépend du degré de fissuration de la masse calcaire.
 - ❑ La nappe du Calcaire de Saint-Ouen, des sables de Beauchamp et des marnes et caillasses.
 - ❑ La nappe contenue dans les faciès calcareux et sableux de l'Eocène inférieur et moyen (*Yprésien et Lutétien*).
 - ❑ La nappe des Sables Verts, profonde, regroupant plusieurs niveaux de l'Albien, de l'Aptien, voire du Néocomien.
- ➔ **Il ressort qu'au droit du site, la première nappe rencontrée (*Calcaires de Brie*) pourrait être vulnérable à une éventuelle pollution de surface émanant de l'établissement étudié, en raison de sa faible profondeur.**

Toutefois, selon les données recueillies auprès du BRGM, il ressort que l'emprise étudiée se trouve dans une zone de sensibilité moyenne au risque de remontée de nappe (*cf. carte en annexe A*).

Rappelons enfin que lors de l'intervention, aucun niveau humide n'a été rencontré au cours de la réalisation des huit sondages, jusqu'à la profondeur de 2 mètres.

3 - Les eaux de surface

Leur éloignement les met à l'abri de toute conséquence des activités pratiquées sur l'emprise cadastrale étudiée.

En effet, bien que l'agglomération de St Michel-sur-Orge soit concernée par un plan d'exposition au risque d'inondation (*PERI*) de la vallée de l'Orge aval, approuvé par arrêté du 13/12/1993, il s'avère que le terrain étudié est cartographié en dehors de la zone à risque (*cf. carte en annexe B*).

4 - Les zones protégées

La consultation de la base de données de l'INPN révèle l'existence d'une ZNIEFF de type 1 sur le territoire de St Michel-sur-Orge ; il s'agit des Bassins et prairies de Lormoy (*réf 110001601*), s'étendant sur une superficie de 26,91 ha. Elle n'englobe pas, cependant, le secteur d'étude (*cf. carte en annexe C*).

B - ETUDE DES CIBLES POTENTIELLES

1 - Le sol

Dans l'éventualité d'une contamination du site par des éléments polluants potentiels, il convient de souligner les points suivants :

- ❑ **Le risque que le milieu sol puisse jouer un rôle de vecteur de la pollution est faible mais ne peut totalement être exclu**, en raison de la compacité variable de l'argile.
- ❑ **Le risque de contact direct ou d'ingestion n'est pas à écarter**, en particulier sur les zones enherbées, puisque les aires de circulation sont couvertes d'enrobé et le bâtiment repose sur une dalle béton.
- ❑ **Le risque d'ingestion indirecte par le biais de cultures n'est pas à prendre en compte**, en raison de l'absence de parcelles cultivées à proximité immédiate de l'installation.

2 - Les eaux souterraines

a) - Les captages d'Alimentation en Eau potable

Selon les informations recueillies auprès de l'ARS Ile-de-France (*DT 91*), il n'existe aucun captage pour l'alimentation en eau potable, ni aucun périmètre de protection sur le territoire de St Michel-sur-Orge. La commune est desservie par les usines de Morsang-sur-Seine et Viry-Châtillon, traitant l'eau puisée dans la Seine.

b) - Les captages d'Alimentation en Eau Industrielle et autres usages

La base de données du BRGM (*Infoterre*) ne contient aucun ouvrage exploité à moins de 800 mètres du lieu étudié (*cf. carte en annexe D*) comme en atteste le tableau suivant.

Code BSS	Localisation	Dénomination	Profondeur / niveau d'eau	Distance par rapport au site	Utilisation
02197X0268	Ste Geneviève des Bois	<i>Av du Bout du Plessis</i>	65 m / ?	~ 800 m à l'Est	Aspersion (<i>station de lavage</i>)
02197X0160		<i>ZAC de la Croix Blanche</i>	8 m / 5,5 m	~ 1 km à l'Est	Piézomètres
02197X0161			10 m / 5,5 m		
02197X0162			6,5 m / 4,9 m		
02197X0306		<i>Blanchisserie ANETT</i>	11,5 m / 6,5 m	~ 1,3 km à l'Est	Industrielle
02197X0305		<i>Centre équestre</i>	35 m / 8 m	~ 1,4 km au Nord-Est	Agricole
02196X0090	Le Plessis-Pâté	<i>ELF</i>	21 m / 10 m	~ 1 km au Sud	Industrielle

3 - Les eaux de surface

L'Orge, affluent de la Seine, s'écoule vers le Nord, 3 km à l'Ouest du site ; cette distance protège la rivière de toute conséquence des activités exercées sur l'emprise cadastrale.

III - DIAGNOSTIC DU SITE EN TERMES DE POLLUTION

A - RESULTATS D'ANALYSES OBTENUS

Les rapports d'analyse du laboratoire WESSLING figurent en **annexe E**.

Les tableaux synoptiques suivants présentent les résultats des analyses, en mg/kg, en termes de niveau de concentration en éléments chimiques pour les différents prélèvements en comparaison avec :

- ❑ Les valeurs limites pour l'acceptation de déchets inertes en Installation de Stockage de Déchets Inertes (*ISDI*) d'après l'arrêté du 12/12/14.
- ❑ Les valeurs limites pour l'acceptation de déchets non dangereux en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (*ISDND*) d'après la Décision du conseil n° 2003/33/CE du 19/12/02.
- ❑ Les concentrations ubiquitaires indiquées par l'INERIS.
- ❑ Les "*teneurs totales en métaux lourds dans les sols français*", Denis Baize, INRA, 1997.

1 - Résultats sur échantillons bruts

Tableau comparatif des niveaux de concentration en Hydrocarbures totaux et carbone organique total dans les sols (en mg/kg)

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	Valeur limite déchet admissible en ISDI (arrêté du 12/12/14)
Profondeur atteinte (m)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Matière sèche (%)	81,7	82,7	85	89,2	84,5	84,6	86,9	87,4	-
Hydrocarbures totaux (C10-C40)	< 10	< 10	< 10	< 10	31	< 10	20	< 10	500
Carbone organique total (COT)					2 100	< 500			30 000

Tableau comparatif des niveaux de concentration en HAP dans les sols
(en mg/kg)

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	Valeur limite ISDI (arrêté du 12/12/14)
Profondeur atteinte (m)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	-
Naphtalène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Acénaphthylène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Acénaphthène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Fluorène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Phénanthrène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Anthracène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Fluoranthène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Pyrène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Benzo-a-anthracène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Chrysène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Benzo-b-fluoranthène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Benzo-k-fluoranthène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Benzo-a-pyrène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Indeno-123-cd-pyrène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Dibenzo-a, h-anthracène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Benzo-ghi-pérylène	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Somme des HAP	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	50

Tableau comparatif des niveaux de concentration en CAV-BTEX dans les sols
(en mg/kg)

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	Arrêté du 12/12/14 Valeur limite ISDI
Profondeur atteinte (m)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Benzène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	6
Toluène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Ethyl Benzène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
m-xylène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
p-xylène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
o-xylène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Cumène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
Mésitylène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
o-éthyltoluène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
m-p-éthyltoluène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
Pseudocumène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
Somme des CAV-BTEX	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-

Tableau comparatif des niveaux de concentration en COHV dans les sols
(en mg/kg)

Profondeur atteinte (m)	S1	S2	S3	S4	S7	S8	INERIS	Arrêté 12/12/14
							PNEC sol	Valeur limite ISDI
Chlorure de vinyle	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-
Dichlorométhane	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-
Chloroforme	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,496	-
Tetrachlorure de carbone	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,00343	-
1,1 Dichloréthane	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-
1,1,1 Trichloréthane	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-
1,1 Dichloroéthylène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-
Trans 1,2 Dichloréthylène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-
Cis 1,2 Dichloréthylène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-
Trichloréthylène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,202	-
Tétrachloroéthylène	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,010	-
Somme des COHV	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-	-

Tableau comparatif des niveaux de concentration en métaux dans les sols (en mg/kg)

Profondeur atteinte (m)	S1	S2	S3	S4	S7	S8	Teneurs totales en éléments traces dans les sols (France)_Gammes de valeurs "ordinaires" et d'anomalies naturelles" ¹ (en mg/kg) ¹			Concentration ubiquitaire (selon fiches INERIS)
							Gamme de valeurs couramment observées dans les sols ordinaires de toutes granulométries	Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées	Gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles	en mg/kg
Arsenic	16	12	7	8	11	7	1 à 25	30 à 60	60 à 284	< 40
Cadmium	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,05 à 0,45	0,70 à 2	2 à 46,3	0,1 – 0,2 ?
Chrome	31	35	39	23	25	21	10 à 90	90 à 150	150 à 3 180	50
Cuivre	7	7	10	12	9	9	2 à 20	20 à 62	65 à 160	10 à 40
Mercuré	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,02 à 0,10	0,15 à 2,3	-	0,03 à 0,15
Nickel	17	16	16	13	16	12	2 à 60	60 à 130	130 à 2 076	20
Plomb	<10	11	13	17	25	13	9 à 50	60 à 90	100 à 10180	5 à 60
Zinc	30	30	38	44	39	36	10 à 100	100 à 250	250 à 11 426	10 à 300

¹ D'après "teneurs totales en métaux lourds dans les sols français", Denis Baize, 1997. Les résultats obtenus proviennent d'études effectuées sur des échantillons prélevés en zone rurale (sols cultivés et sols forestiers), dans une quarantaine de départements (surtout la moitié Nord du pays et principalement le bassin parisien)

Tableau comparatif des niveaux de concentration en PCB dans les sols
(en mg/kg)

	S5	S6	Valeur limite ISDI (arrêté du 12/12/14)
Profondeur atteinte (m)	2,00	2,00	
PCB n° 28	< 0,01	< 0,01	-
PCB n° 52	< 0,01	< 0,01	-
PCB n° 101	< 0,01	< 0,01	-
PCB n° 118	< 0,01	< 0,01	-
PCB n° 138	< 0,01	< 0,01	-
PCB n° 153	< 0,01	< 0,01	-
PCB n° 180	< 0,01	< 0,01	-
Somme des 7 PCB	-/-	-/-	1

2 - Résultats sur lixiviat filtré (pour les 2 échantillons soumis au pack ISDI)

Tableau comparatif des niveaux de concentration en métaux
sur lixiviat filtré (en mg/kg)

	S5	S6	Arrêté du 28/10/10	Décision du conseil du 19/12/02
Profondeur atteinte (m)	2,00	2,00	Valeur limite ISDI	Valeur limite ISDND
Antimoine	< 0,05	< 0,05	0,06	0,7
Arsenic	0,03	< 0,03	0,5	2
Baryum	0,17	0,11	20	100
Cadmium	< 0,015	< 0,015	0,04	1
Chrome	< 0,05	< 0,05	0,5	10
Cuivre	< 0,05	< 0,05	2	50
Nickel	< 0,1	< 0,1	0,4	10
Plomb	< 0,1	< 0,1	0,5	10
Zinc	< 0,5	< 0,5	4	50
Mercure	< 0,001	< 0,001	0,01	0,2
Molybdène	0,28	< 0,1	0,5	10
Sélénium	< 0,1	< 0,1	0,1	0,5

Nota : la lixiviation a été réalisée sur 24 heures.

Tableau comparatif des niveaux de concentration en autres éléments
(en mg/kg)

	S5	S6	Arrêté du 12/12/14	Décision du conseil du 19/12/02
Profondeur atteinte (m)	2,00	2,00	Valeur limite ISDI	Valeur limite ISDND
Fraction soluble	< 1 000	< 1 000	4 000	60 000
Fluorures	10	10	10	150
Chlorures	< 100	< 100	800	15 000
COT	56	28	500	800
Indice phénol	< 0,1	< 0,1	1	-
Sulfates	< 100	< 100	1 000	20 000
pH	8,5	8,1	-	> 6

B - ESTIMATION DE L'IMPACT

Après comparaison des concentrations obtenues avec les valeurs de référence, il ressort les constats suivants :

- ❑ Les **HCT** n'ont été mesurés que dans deux échantillons, S5 (31 ppm) et S7 (20 ppm). Ces valeurs restent cependant très largement inférieures au seuil de 500 ppm fixé par l'arrêté du 12/12/14.
- ❑ Les analyses n'ont révélé **aucun impact** par les :
 - **HAP.**
 - **BTEX.**
 - **COHV.**
 - **Métaux.** En effet, les concentrations en ETM, lorsqu'elles ont pu être déterminées par le laboratoire, correspondent toutes à des valeurs couramment observées dans des sols ordinaires.
- ❑ Les recherches complémentaires menées sur S5 et S6 n'ont mis en évidence **aucune anomalie** pour les :
 - **PCB.**
 - **COT.**
 - **Métaux.**

- **Chlorures.**
- **Fraction soluble.**
- **Indice phénol.**
- **Sulfates.**

Les teneurs en chlorures, quant à elles, sont équivalentes au seuil d'admissibilité des terres concernées en ISDI, soit 10 mg/kg.

- ➔ **Il ressort de ces observations que la nature des sols de la zone d'étude n'est pas susceptible d'entraîner un impact environnemental pour les milieux, ni de générer un quelconque risque sanitaire, notamment lors des travaux d'agrandissement prévus.**

IV - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Sur la base des chapitres précédents, **on peut dégager les deux observations essentielles suivantes :**

❑ **D'une part, l'étude de vulnérabilité des milieux qui met en évidence :**

- **Un sous-sol globalement imperméable**, a priori plutôt protecteur contre la diffusion en profondeur d'une éventuelle pollution "*mobile*" des terrains superficiels.
- **Des eaux de surface peu vulnérables**, du fait de leur éloignement.
- **Des eaux souterraines moyennement sensibles**, leur niveau semblant se situer aux environs des 5 mètres.

De plus, **il n'existe aucun captage pour l'alimentation en eau potable sur le territoire de St Michel-sur-Orge.**

- **L'absence de ZNIEFF** ou de zone sensible englobant le secteur d'étude.

❑ **D'autre part, les résultats d'analyse des sols du site de St Michel-sur-Orge qui révèlent :**

- **L'absence de toute contamination par les HCT, les HAP, les CAV-BTEX, les métaux, le COT, les PCB, les chlorures, la fraction soluble, l'indice phénol et les sulfates.**
- Une teneur en **fluorures** tout juste équivalente au maximum accepté en ISDI et ce, pour les deux échantillons concernés par la recherche.

En conclusion, **ORGANCE considère que la qualité globale des sols de la zone d'étude est tout à fait compatible avec l'usage actuel et futur de l'emprise cadastrale (non sensible) et donc qu'aucune dépollution spécifique des sols n'est à prévoir, dans le cadre de l'opération en cours.**

Par ailleurs, tout indique que **le projet d'extension du bâtiment actuel ne devrait pas être à l'origine d'un surcoût imputable à la qualité des terres de déblaiement**, qui pourront vraisemblablement être éliminées en ISDI.

Toutefois, au-delà des présentes conclusions, ORGANCE attire l'attention de SIV sur le fait que, si la réalisation d'un diagnostic des sols permet effectivement de dégager une vision globale tout à fait représentative du site, il n'est pas exclu que certaines zones très localisées, non investiguées, puissent éventuellement déceler des pollutions ponctuelles...

ANNEXES

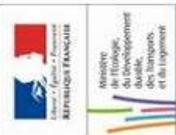
ANNEXE A	<i>Cartographie du risque d'inondation par remontée de nappe</i> (source : MEDDE – BRGM)
ANNEXE B	<i>Zonage du plan d'exposition au risque inondation (PERI) de la vallée de l'Orge aval</i> (source : préfecture de l'Essonne)
ANNEXE C	<i>Cartes de localisation de la ZNIEFF présente sur le territoire de St Michel-sur-Orge</i> (source : INPN)
ANNEXE D	<i>Cartes de situation des captages à proximité du site</i> (source : BRGM - Infoterre)
ANNEXE E	<i>Compte-rendu d'analyses de WESSLING</i>

NOTE : l'annexe E figure sur un fichier informatique joint.

ANNEXE A

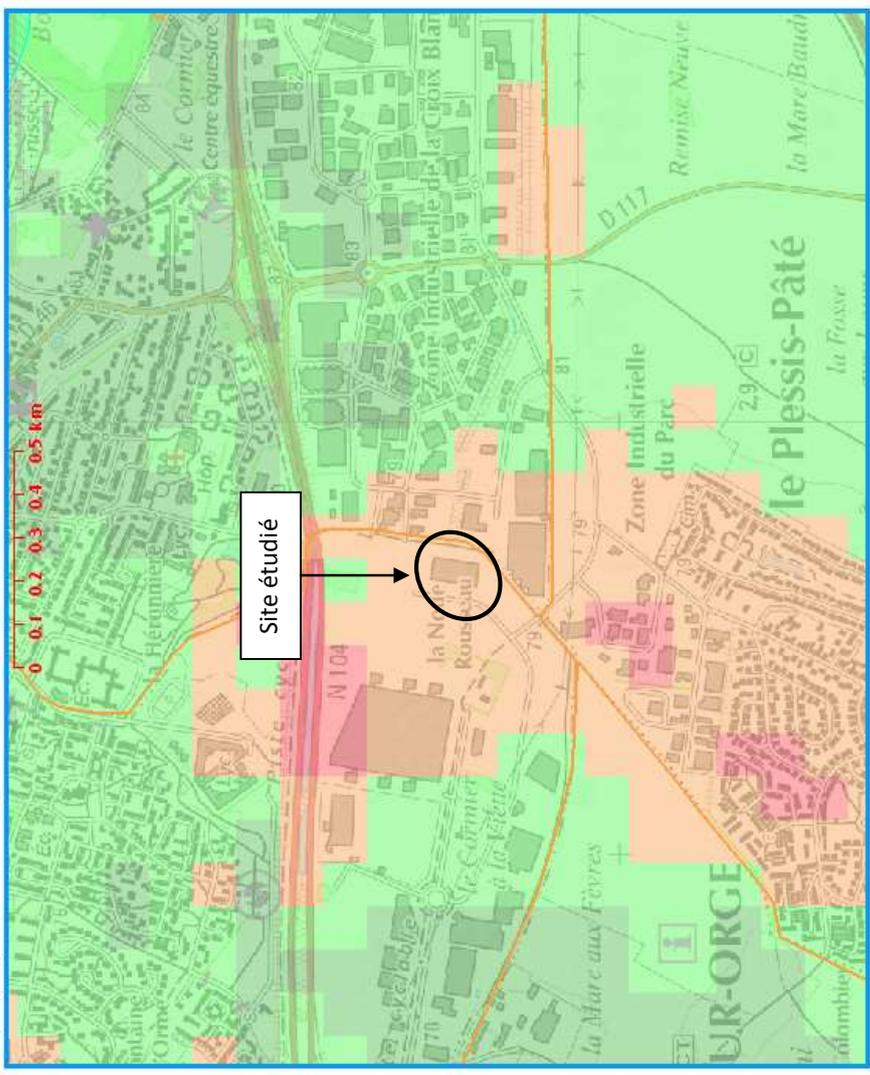
*Cartographie du risque d'inondation par
remontée de nappe*

(source : MEDDE, BRGM)

Remontées de nappes

Crues, inondations, ruissellements, débordements, remontées de nappes,



Autoriser les Popups pour accéder aux fiches

[Page précédente](#)

Couches et légendes de la carte

- Préfectures et sous-préfectures
- Limites de départements
- Limites de communes
- Drainage 2011
- Inondations : socle
- Inondations : sédiments 2011
- Carte IGN
- Carte géologique BRGM
- Ombrage topographique (MNT)

Légende socle

- Nappe sub-affleurante
- Sensibilité très forte
- Sensibilité forte
- Sensibilité moyenne
- Sensibilité faible
- Sensibilité très faible
- Non réalisé

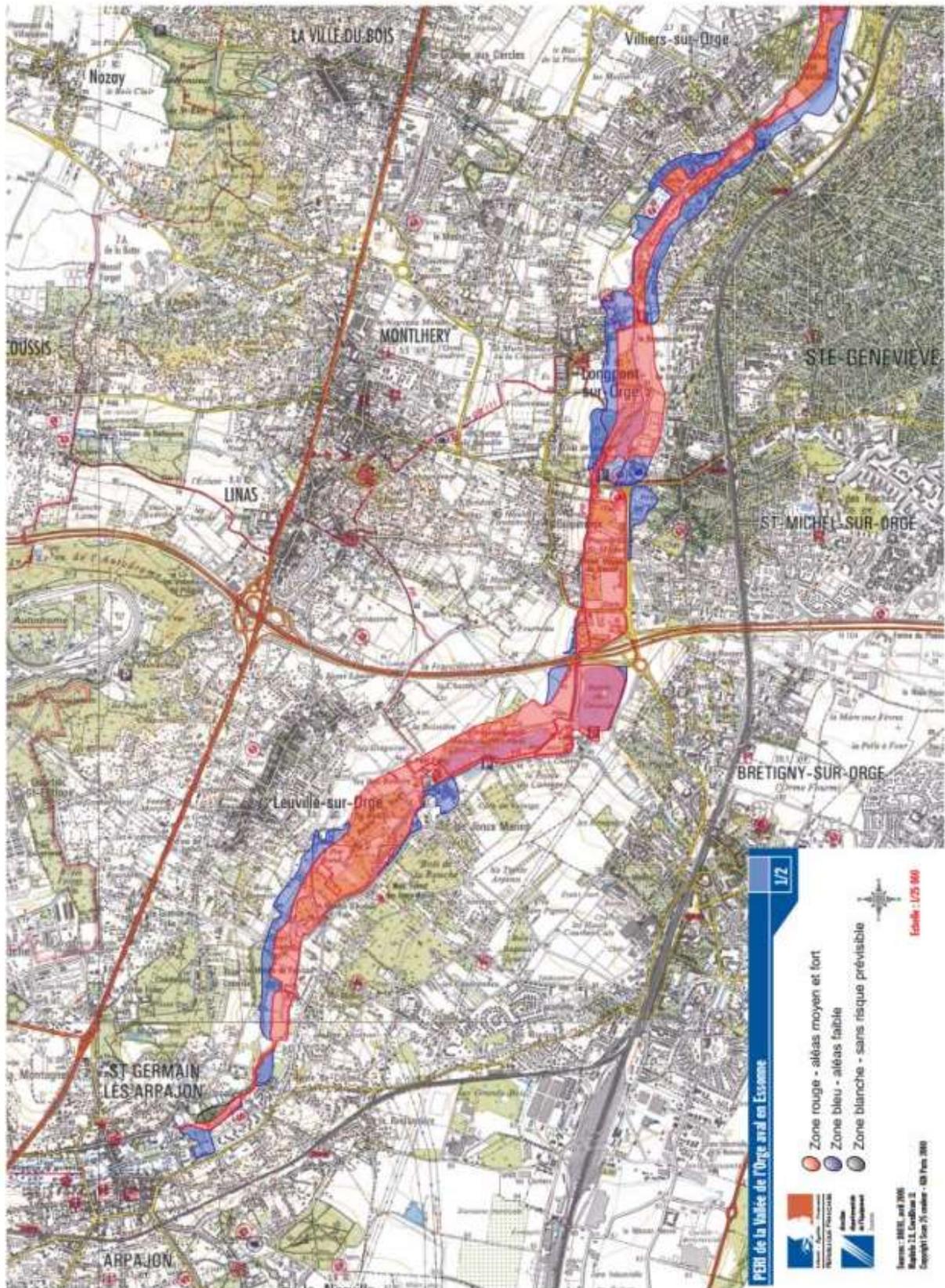
Légende sédiment

- Sensibilité très faible à inexistante
- Sensibilité très faible
- Sensibilité faible
- Sensibilité moyenne
- Sensibilité forte
- Sensibilité très élevée, nappe affleurante
- Non réalisé

ANNEXE B

*Zonage du plan d'exposition au risque inondation
(PERI) de la vallée de l'Orge aval*

(source : préfecture de l'Essonne)



ANNEXE C	<i>Carte de localisation de la ZNIEFF présente sur le territoire de St Michel-sur-Orge</i> <i>(source : INPN)</i>
-----------------	--

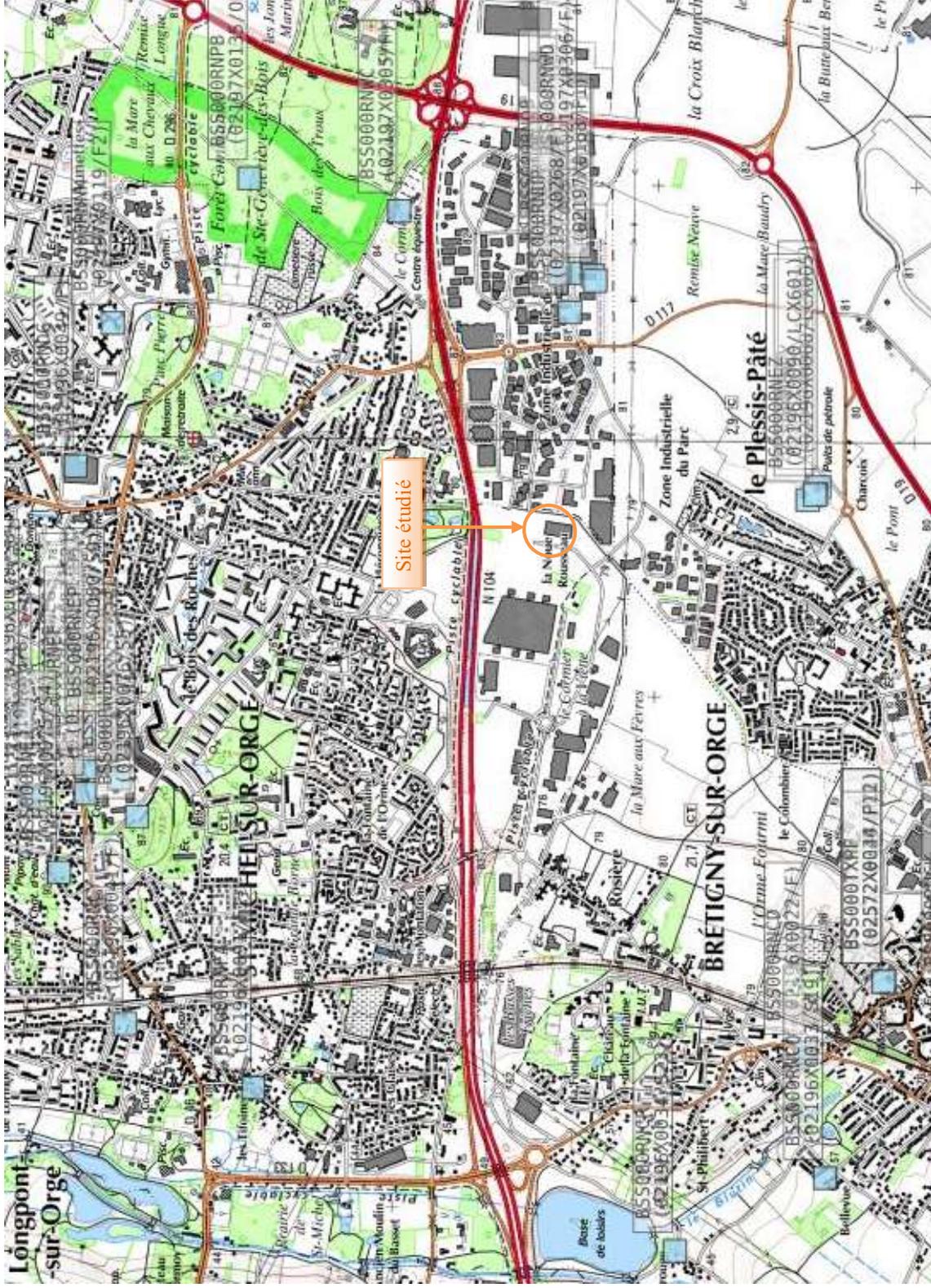


ANNEXE D

Carte de localisation des captages à proximité du site

(source : BRGM - Infoterre)

Captages à usage industriel ou autre les plus proches



ANNEXE E

Compte rendu d'analyses de WESSLING

Cf. fichier informatique joint.

8.7 ANNEXE 17 : ANALYSE RISQUE Foudre ET ETUDE TECHNIQUE

ANALYSE DU RISQUE Foudre SELON NF EN 62305-2

ENTREPOT LOGISTIQUE

ST MICHEL SUR ORGE (91)

Interlocuteur client : Franklin Energie

13 Rue Louis Armand - 77330 Ozoir la ferrière

Tél : 01 60 18 20 10 - daniel.brazzale@energiefoudre.com



Sous-Traitant : RG Consultant

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

ENTREPOT LOGISTIQUE

ST MICHEL SUR ORGE (91)

Référence document

RGC 25 586

RESUME :

Ce document représente l'Analyse du Risque Foudre d'un **ENTREPOT LOGISTIQUE** en cours d'extension sur la commune de **ST MICHEL SUR ORGE** dans le département de l'**Essonne (91)**.

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par la société **FRANKLIN ENERGIE** 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 : Yannick PLIER Date : 10/03/2021 Visa 	Nom : Alphonse GERBIER Date : 12/03/2021 Visa 	A

DIFFUSION :

FRANKLIN ENERGIE 13 Rue Louis Armand 77330 Ozoir la ferrière Tél. : +331 60 18 20 10 Email : daniel.brazzale@energiefoudre.com	RG CONSULTANT 25 Avenue des saules 69600 OULLINS Tél. : +334 37 41 16 10 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com
--	--

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 25 586	10/03/2021	Analyse du Risque Foudre

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR MR RICHARD HERVE ET FRANKLIN-ENERGIE.

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

Tableau 1 : Liste des documents

L'ARF ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par **FRANKLIN ENERGIE**, 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
2.4 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	7
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	14
5.3 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION	14
5.4 EVENEMENTS INITIATEURS	15
5.5 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES	16
5.6 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE DANS L'ANALYSE DE RISQUE Foudre	17
6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre	18
6.1 DONNEES GENERALES	18
6.2 CELLULE 1	20
6.2.1 Données et caractéristiques de la structure	20
6.2.2 Données et caractéristiques des services	21
6.2.3 Données et caractéristiques de la zone	22
6.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)	24
7. SYNTHÈSE	27

ANNEXES

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

Annexe 2 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

Dans le cadre d'une extension d'un entrepôt logistique basé sur la commune de **ST MICHEL SUR ORGE**, 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

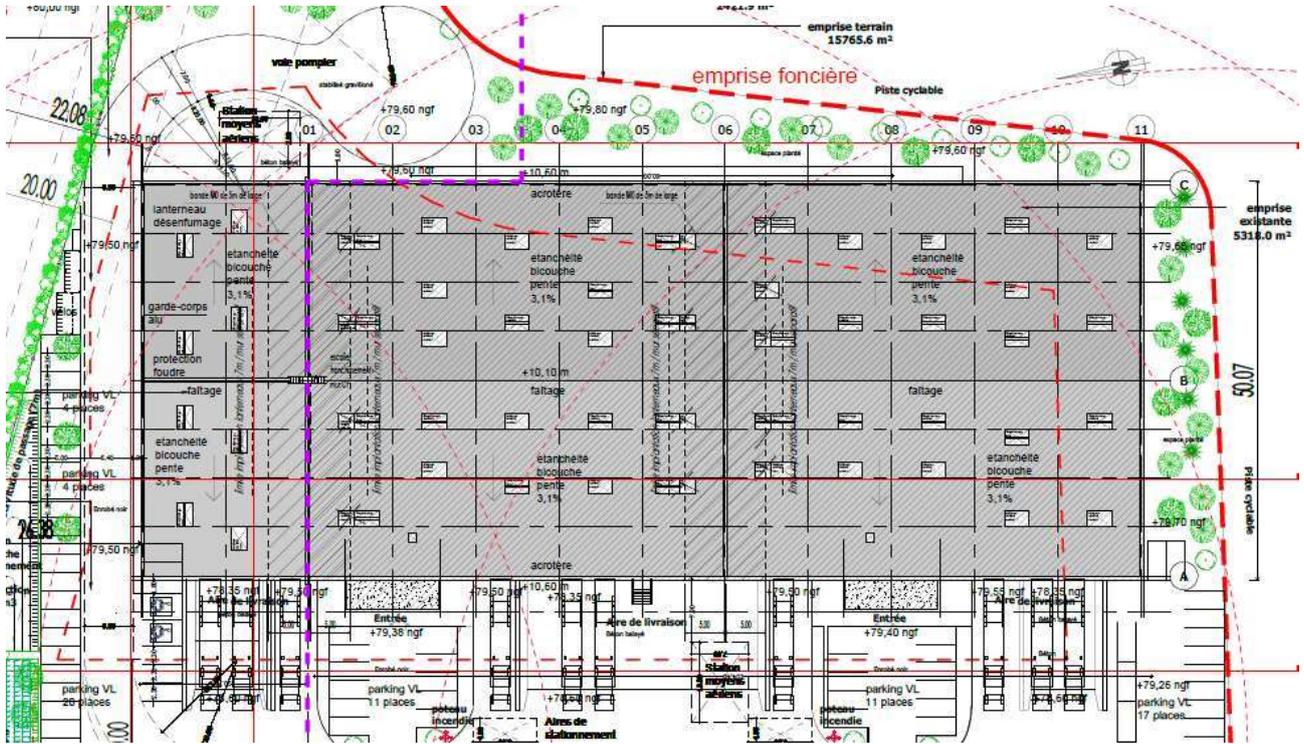


Figure 1: Plan de masse du site

L'ENTREPOT LOGISTIQUE sert de stockage pour différents produits. Afin d'augmenter sa capacité de stockage le client souhaite réaliser une extension de son site.

2.2 Personnel sur site

Structure	Nombre de personnes exposées à un instant T
Ensemble du site	≤150 personnes

Tableau 2 : Personnel sur site

2.3 Caractéristiques des courants forts

2.3.1 Réseau Normal

Chaque cellule est alimentée par un tarif jaune EDF.

Le régime de neutre est TT.

2.3.2 Réseau Secouru

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

2.3.3 Réseau Ondulé

Le site ne dispose pas de réseau ondulé.

2.4 Caractéristiques des courants faibles

Le projet sera raccordé au réseau ORANGE via une ligne fibre souterraine. 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 est doté des moyens de protection et de prévention suivants :

- Extincteurs et RIA,
- Détection incendie dans l'ensemble de l'entrepôt,
- 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'a pas pu être constaté lors de notre visite sur site.

2.7 Cheminement des réseaux courants forts et faibles généraux du site

Zone	Lignes connectées			
	Nom	Longueur (m)	Relié à	Type
Bâtiment principal	Alimentation BT	1 000	Alimentation cellule 1	Souterrain
	Alimentation BT	1 000	Alimentation cellule 2 + extension	Souterrain

Tableau 3 : 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	Mise à la terre
Bâtiment principal	Gaz	Métallique	Non
	Eau	Métallique	Non

Source : Selon infos clients

Tableau 4 : 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) – juin 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux].

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

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

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

4. MÉTHODOLOGIE

4.1 Présentation générale

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

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

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

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

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

Tableau 5 : 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 :

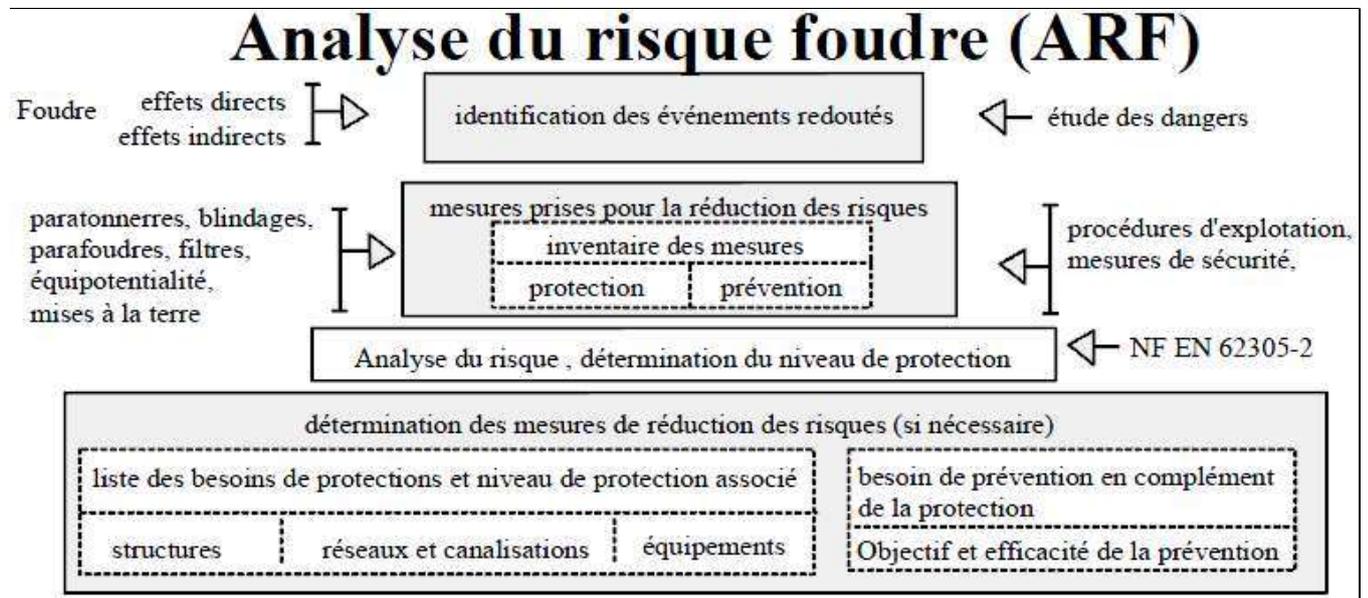


Figure 2: Structure de l'Analyse de Risque Foudre

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.

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

(*) : 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 6 : 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 7 : 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	Stockage de matière, produits ou substances combustibles dans des entrepôts couverts	Déclaration

Tableau 8 : Rubriques ICPE

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
Bâtiment Principal	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	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	Concerné

Tableau 9 : Phénomènes redoutés

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

5.3 Zones à risques d'explosion

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

Le risque d'explosion ne sera donc pas retenu.

5.4 Evénements initiateurs

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

Elle peut soit :

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

Inflammation ou explosion d'un nuage gaz
<p>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>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>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>
Perçement de conteneur ou de canalisation
<p>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>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>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>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>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 10 : 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
RIA	Non
Centrales de détection intrusion	Oui
Centrales de détection incendie	Oui

Tableau 11 : Liste des équipements de sécurité

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

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

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

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

Tableau 12 : 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.

6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre

6.1 Données générales

DENOMINATION	VALEURS RETENUES
Densité moyenne de points de contact (Nsg) pour la commune de ST MICHEL SUR ORGE (91) données fournies par la Météorage (voir carte ci-dessous)	Nsg = 0,97 (coups de foudre / km ² / an)
Résistivité du sol	500 Ωm* (valeur par défaut)

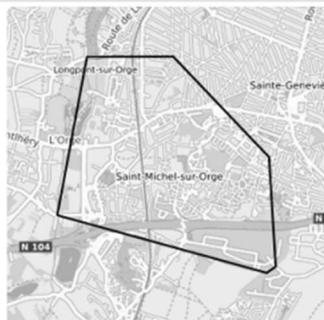
Tableau 13 : Données pour le calcul du risque foudre

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



STATISTIQUES EN LIGNE

Résumé



Ville :
SAINT-MICHEL-SUR-ORGE (91570)

Superficie :
5,38 km²

Période d'analyse :
1 janvier 2011 - 31 décembre 2020

Statistiques du foudroiement

→ N_{SG} : 0,97 impacts/km²/an



Indice de confiance statistique : **Bon**

L'intervalle de confiance à 95% est : [0,75 - 1,29].

→ Nombre de jours d'orage : 6 jours par an

N_{SG} : valeur normative de référence (NF EN 62858 – NF C 17-858)

Records

Année record : 2011 (2,97 impacts/km²/an)

Mois record : Juin 2011

Jour record : 5 juin 2011

Figure 3: Nsg suivant la carte de météorage

Définition des zones

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

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

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

Le bâtiment répondant aux conditions précédentes, l'Analyse de Risque Foudre sera réalisée sur l'une des plus grandes cellules, la **cellule 1**. Le niveau de risque obtenu sera appliqué à tout le bâtiment.

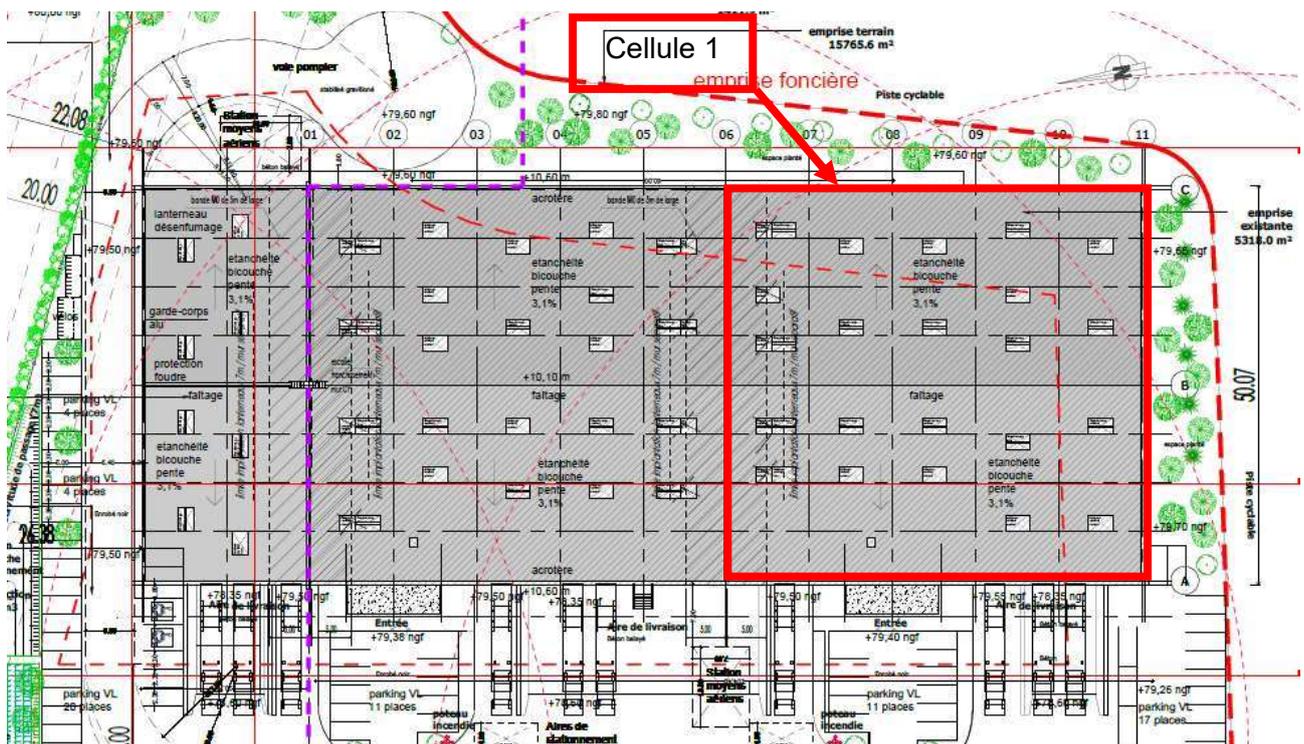


Figure 4: Découpage en cellule du site

6.2 Cellule 1

6.2.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Dimensions	$L \times W \times H_b$	122 x 51 x 11 m Hmax = 12 m	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	$A_{d/b}$	2,11E-02km 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 14 : Données et caractéristiques de la structure

Justification des paramètres encodés

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

Aucune structure n'a une hauteur plus importante à proximité.
Nous indiquons donc la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre 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	H	$L_a \times W_a \times H_a$	C_d	C_e	U_w	K_{s3}	P_{SPD}
1	Alimentation BT	1000	-	-	0,25	0,1	4kV	0,02	1
3	Éclairage	1000	-	-	0,25	0,1	2,5kV	0,02	1

Tableau 15 : Données et caractéristiques des services

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

Justification des paramètres encodés

Paramètre L_c (Longueur de la section du service)

La valeur indiquée correspond à la longueur de la ligne.

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

Paramètres H (caractéristiques de la hauteur de la ligne)

La valeur indiquée correspond à la hauteur de la ligne aérienne.

Paramètres 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_d (facteur d'emplacement de ligne)

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

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le site se situe en zone urbaine avec des bâtiments d'une hauteur comprise entre 10m et 20m.

Nous indiquons la valeur = 0,1 – zone urbaine.

Paramètre U_w (Tension de tenue au choc des matériels)

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

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

Pour la ligne de puissance, nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,02$ car nous considérons que c'est un câble non écrané 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	0,5	Manuels
Risque d'incendie de la structure	r_f	0,01	élevé
Pertes par dommages physiques (relatives à R1)	L_f	5×10^{-2}	Structure Industrielle
Présence d'un danger particulier	h_z	5	Moyen
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*	L_0	0	SO

Tableau 16 : 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 400cm² comprimée avec une force de 500 N à point à l'infini.

Tableau 17 : 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 manuels. La valeur est = 0,5.

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 et en l'absence d'information sur la charge calorifique des produits stockés. La valeur est = 0,1.

Ce tableau, issu de la norme NF EN 62 305-2, est donné à titre indicatif afin de 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 18 : Paramètre r_f

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

Type de Structure	L_f
Hôpitaux, hôtels, bâtiments civils	10 ⁻¹
Industrielle, commerciale, scolaire	5 x 10 ⁻²
Publique, églises, musées	2 x 10 ⁻²
Autres	10 ⁻²

Tableau 19 : 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
Le risque de Dangers pour l'environnement a été retenu pour les raisons suivantes : Absence de risques d'émission de substances chimiques ou biologiques hors du site, effets latéraux contenus à l'intérieur du site.	20
Le risque de Contamination de l'environnement a été retenu pour les raisons suivantes : Présence de risques d'émission de substances chimiques ou biologiques hors du site et/ou effets latéraux contenus à l'intérieur du site.	50

Tableau 20 : Paramètre L_f

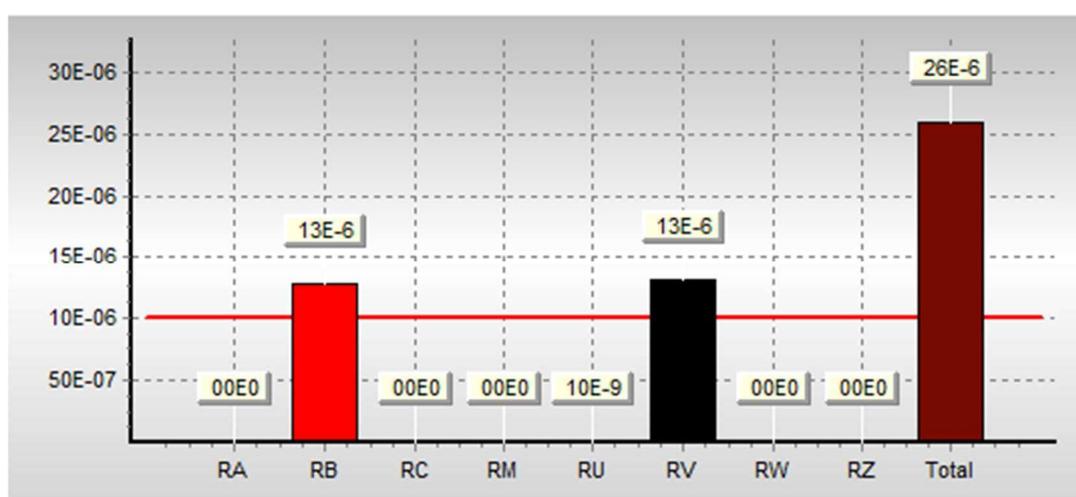
Paramètre L_o (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)

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

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	Cellule 1	2,59 E ⁻⁵	>	1 x 10 ⁻⁵



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	1,28E-05					1,28E-05
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	1,05E-08					1,05E-08
V	1,31E-05					1,31E-05
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	2,59E-05					2,59E-05

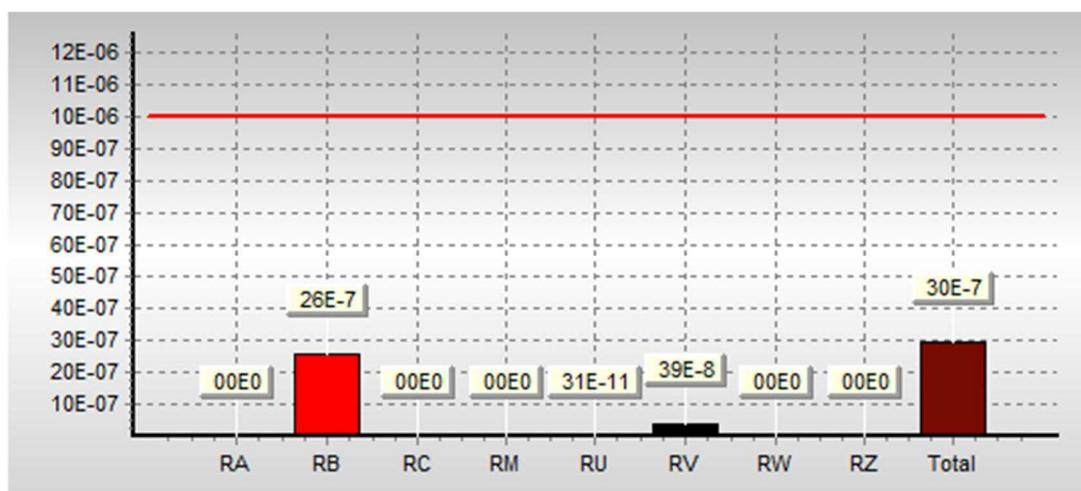
Figure 5: Résultat du calcul du risque R1 sans protections

L'entrepôt logistique 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	Cellule 1	$2,95 \times 10^{-6}$	<	1×10^{-5}



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	2,56E-06					2,56E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	3,15E-10					3,15E-10
V	3,93E-07					3,93E-07
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	2,95E-06					2,95E-06

Figure 6: Résultat du calcul du risque R1 avec protections

L'entrepot logistique 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 21 : 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 et de communication).

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
Ensemble du site	Protection de niveau IV	Protection de niveau IV

Tableau 22: Synthèse des protections foudre

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

Structure	Organes de sécurité
Ensemble du site	SSI
	Anti-intrusion

Tableau 23: Synthèse des MMR

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

Zone	Nom
Ensemble du site	Canalisation de gaz
	Canalisation d'eau

Tableau 24: Synthèse des liaisons équipotentielles à prévoir

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

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

NOTA :

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

ANNEXE 1

Analyse du Risque Foudre

NF EN 62305-2

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

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques Sélection des mesures de protection

Client :

Client : FRANKLIN-ENERGIE
Description de la structure : CLINIQUE DE L'OISEAU BLANC
Ville : MANTES-LA-JOLIE

Structure

- Fréquence de foudroiement
Ng (coups de foudre / an km²):0,97
- Type de structure: Industrielle
- Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits
 - Blindage:Aucun bouclier
 - Surface d'exposition
 - A (m): 122
 - B (m): 51
 - H (m): 11
 - Hmax (m): 12
- Surface d'exposition Ad (km²): 2,11E-02
- Surface d'exposition Am (km²): 2,89E-01
- Caractéristiques spéciales:
aucun

Lignes

Ligne1: ALIMENTATION BT
Type:Énergie enterrée
Caractéristiques de la ligne connectée
Longueur de la ligne (m):1000
résistivité (xm ohm):500
Bouclier:Aucun
Facteur d'emplacement
Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental
urbain (10 <h <20 m)
Parafoudre d'entrée: aucun

Ligne2: ECLAIRAGE
Type:Énergie enterrée
Caractéristiques de la ligne connectée

Longueur de la ligne (m):1000
résistivité (xm ohm):500
Bouclier:Aucun
Facteur d'emplacement
Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental
urbain (10 <h <20 m)
Parafoudre d'entrée: aucun

Zones

Zone Z1: CELLULE 1
Danger particulier: Niveau de panique moyen
Risque d'incendie: élevé
Protections contre le feu: actionnés manuellement
Blindage (ohm / km): Aucun bouclier
Type de surface au sol: Béton
Protection contre les tensions de contact : aucune des mesures de protection
Réseau interne dans la zone:
ALIMENTATION BT - Le système est connecté à la ligne: ALIMENTATION BT
Type de câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m²
Tension de tenue4,0 kV
Parafoudre coordonnésaucun

ECLAIRAGE - Le système est connecté à la ligne: ECLAIRAGE
Type de câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m²
Tension de tenue2,5 kV
Parafoudre coordonnésaucun

Protections

Sélection de mesures de protection: cas1

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

Ligne1: ALIMENTATION BT
Parafoudre d'entrée: niveau IV
Ligne2: ECLAIRAGE
Parafoudre d'entrée: niveau IV

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.

ÉTUDE TECHNIQUE Foudre

ENTREPOT LOGISTIQUE

ST MICHEL SUR ORGE (91)

Interlocuteur client : Franklin Energie

13 Rue Louis Armand - 77330 Ozoir la ferrière

Tél : 01 60 18 20 10 - daniel.brazzale@energiefoudre.com



Sous-Traitant : RG Consultant

ENTREPOT LOGISTIQUE

ST MICHEL SUR ORGE (91)

Référence document

RGC 25 587

RESUME :

Ce document représente l'Etude Technique Foudre d'un **ENTREPOT LOGISTIQUE** en cours d'extension sur la commune de **ST MICHEL SUR ORGE** dans le département de la **L'Essonne (91)**.

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par la société **FRANKLIN-ENERGIE** 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 : Yannick PLIER Date : 10/03/2021 Visa 	Nom : Alphonse GERBIER Date : 12/03/2021 Visa 	A

DIFFUSION :

Coordonnées clients RGC	RG CONSULTANT
13 Rue Louis Armand 77330 Ozoir la ferrière Tél. : +331 60 18 20 10 Email : daniel.brazzale@energiefoudre.com	25 Avenue des saules 69600 OULLINS Tél. : +334 37 41 16 10 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 25 587	10/03/2021	Étude Technique

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR MR RICHARD HERVE

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Non	
Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant)	Oui	
P.O.I (Plan d'Opération Interne)	Non	
Liste et implantation des EIPS ou MMR	Oui	
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	Non	
Synoptique Courant fort	Non	
Synoptique Courant faible	Non	
Plan de masse	Oui	
Plan de coupe	Non	
Plan des façades	Non	
Plan de zonage ATEX	Non	
Analyse de Risque Foudre	Oui	RGC 25 586

Tableau 1 : Liste des documents

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

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

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

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
1.1 OBJET	5
1.2 PRESENTATION GENERALE DU SITE	6
2. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES	7
2.1 TEXTES REGLEMENTAIRES	7
2.2 NORMES DE REFERENCES	7
3. MÉTHODOLOGIE.....	8
3.1 PRESENTATION GENERALE	8
3.2 LIMITE DE L'ÉTUDE TECHNIQUE	8
4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	9
4.1 SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (SPF)	9
4.2 MESURES DE PREVENTION EN CAS D'ORAGE	9
5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS.....	10
5.1 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS	10
5.1.1 Réseau Normal.....	10
5.1.2 Réseau Secouru.....	10
5.1.3 Réseau Ondulé	10
5.2 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 Bâtiment principal.....	16
6.4.2 Dispositifs de descente et mise à la terre.....	18
6.5 MISE A LA TERRE DES CANALISATIONS	24
7. TRAVAUX A REALISER - EFFETS INDIRECTS DE LA Foudre	25
7.1 PROTECTION DES COURANTS FORTS.....	27
7.1.1 Détermination des caractéristiques des parafoudres type I et I + II.....	27
7.1.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II	28
7.1.3 Raccordement	29
7.1.4 Dispositif de deconnexion	29
8. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX	31
9. REALISATION DES TRAVAUX	32
10. VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS	32
10.1 VERIFICATION INITIALE.....	32

10.2	VERIFICATIONS PERIODIQUES	33
10.3	VERIFICATIONS SUPPLEMENTAIRES	33
11.	TABLEAU DE SYNTHESE	34

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 d'extension d'un **ENTREPOT LOGISTIQUE** basé sur la commune de **ST MICHEL SUR ORGE**, 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 25 586**.

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

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

1.2 Présentation générale du site

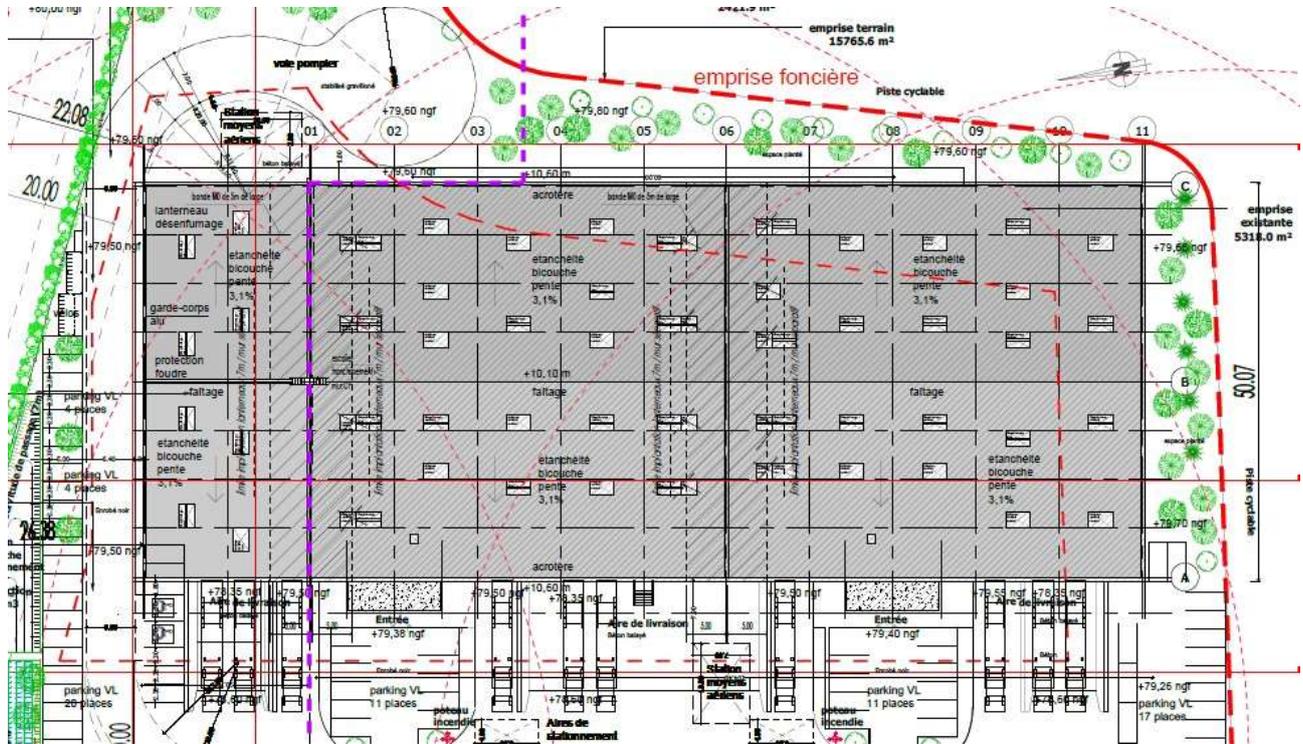


Figure 1 : Plan de masse du site

L'ENTREPOT LOGISTIQUE sert de stockage pour différent produit.
Afin d'augmenter sa capacité de stockage le client souhaite réaliser une extension de son 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) – juin 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux].

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

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

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

NF 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]

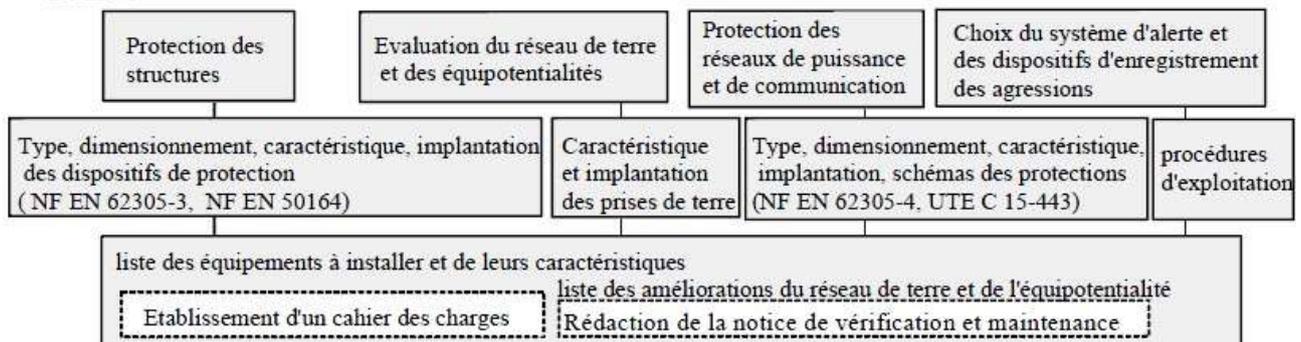
NF EN 61 643-32 – mai 2017 [Parafoudres pour installation photovoltaïque].

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
Bâtiment principal	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
Bâtiment principal	SSI
	Anti-intrusion

Tableau 3 : Synthèse des MMR

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

Zone	Nom
Bâtiment principal	Canalisation de gaz
	Canalisation d'eau

Tableau 4 : Synthèse des liaisons équipotentiels à prévoir

4.2 Mesures de prévention en cas d'orage

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

5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS

5.1 Caractéristiques des courants forts

5.1.1 Réseau Normal

Chaque cellule est alimentée via deux lignes tarif jaune EDF.

Le régime de neutre est TT.

5.1.2 Réseau Secouru

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

5.1.3 Réseau Ondulé

Le site ne dispose pas de réseau ondulé.

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 est doté des moyens de protection et de prévention suivants :

- Extincteurs et RIA,
- Centrale de 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'a pas pu être constaté sur site lors de notre expertise.

5.5 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom	Nature	Mise à la terre
Bâtiment principal	Gaz	Métallique	Non
	Eau	Métallique	Non

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	Stockage de matière, produits ou substances combustibles dans des entrepôts couverts	Déclaration

Tableau 6 : Rubriques ICPE

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
RIA	Non
Centrales de détection intrusion	Oui
Centrales de détection incendie	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 :

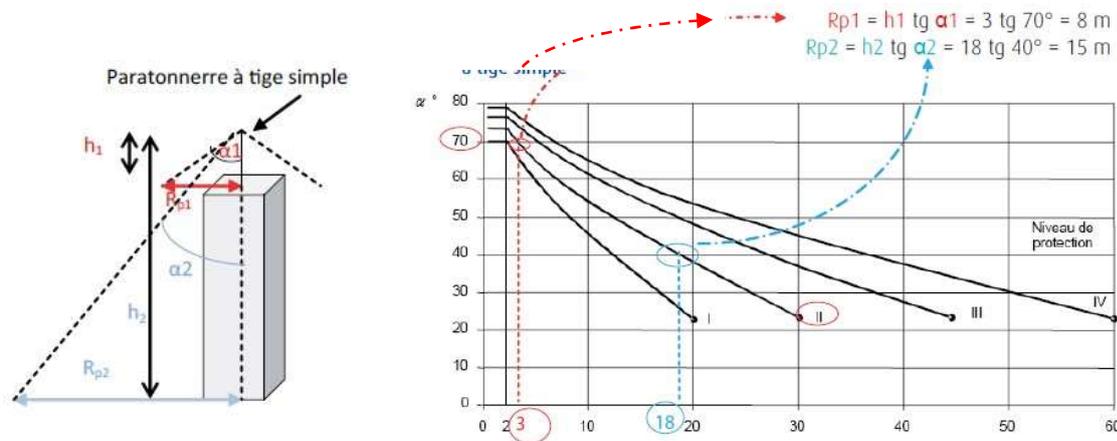
- tiges simples,
- fils tendus,
- cages maillées et/ou composants naturels...

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.

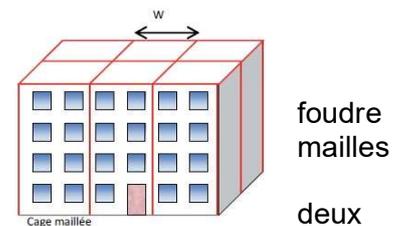
L'angle de protection concernant la zone protégée par ces tiges dépend du niveau de protection requis sur le bâtiment concerné et de la hauteur du dispositif de capture au-dessus du volume à protéger.



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 entre les diverses descentes, et ceci d'autant mieux que les sont plus serrées. La largeur des mailles en toiture et la distance moyenne entre descentes dépendent du niveau de protection requis sur le bâtiment.

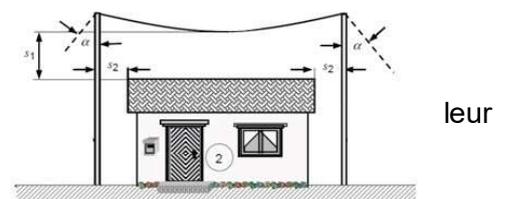


Niveau de protection Issu de l'ARF	Taille des mailles	Distances typiques entre les conducteurs (W)
IV	20 m x 20 m	20 m
III	15 m x 15 m	15 m
II	10 m x 10 m	10 m
I	5 m x 5 m	10 m

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 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.

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 8 : 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 Bâtiment principal

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 :

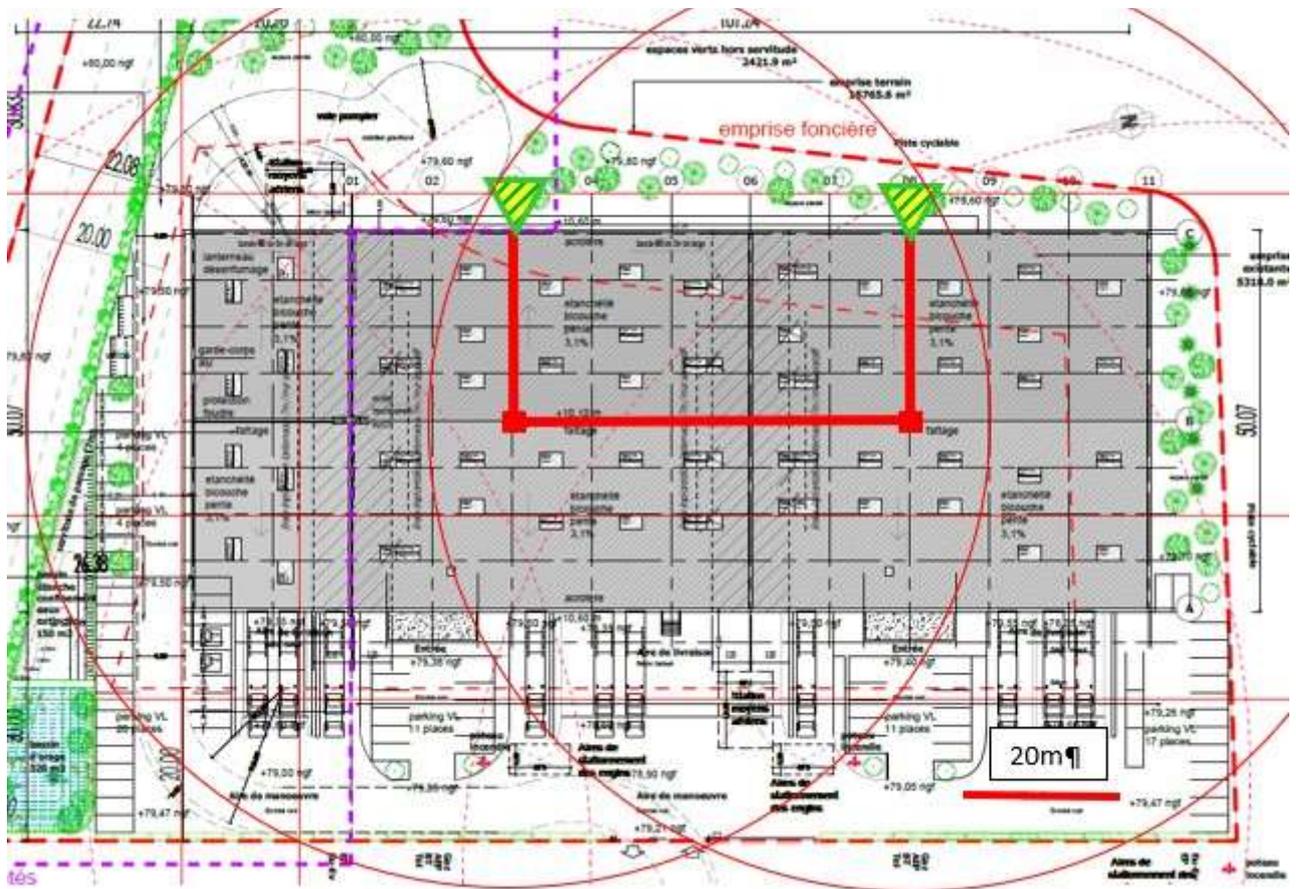
Paratonnerre	Hauteur des mâts	Δt	Niveau de protection	Rayon de protection
2 PDA	5 mètres	60 μs	IV	64,2 m

Tableau 9 : 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 6 m
	Prise de terre à créer		Conducteur de descente à créer

Tableau 10 : 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	0,6 m	0,6 m
Distance de séparation dans le béton	1,2 m	1,2 m

Tableau 11 : 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.

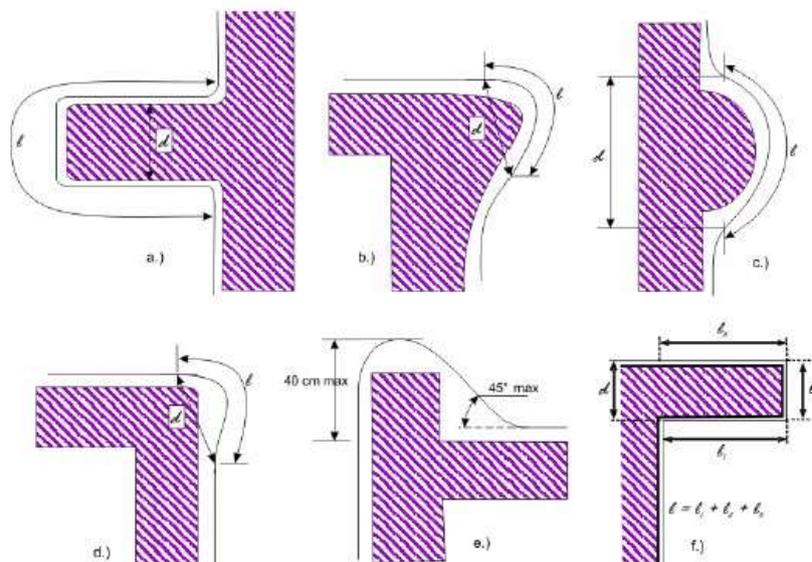
Les courants forts/faibles devront être blindés (caméras, antenne hertzienne) ou protégés à l'aide de parafoudres (parafoudres BT et coaxiaux) en cas de non-respect de cette distance de séparation.

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 $d > l/20$ 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 12: 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

Vu la difficulté de réaliser une prise de terre de type B (boucle), il y a 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.

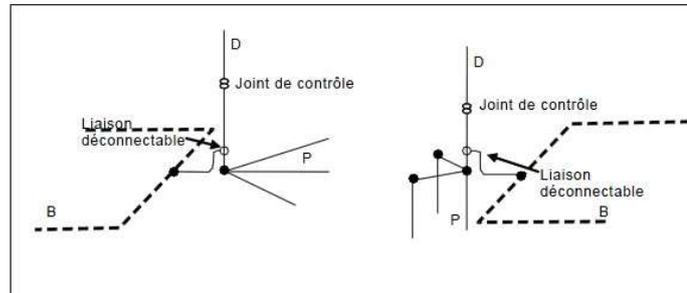
➤ Prise de terre ligne ou triangle

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,

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

Tableau 13 : 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 :

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

6.4.2.9 Equipotentialité des prises de terres

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

6.4.2.10 Condition de proximité

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

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

6.4.2.11 Tension de contact et de pas

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

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

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

- l'isolation des conducteurs de descente est assurée pour 100 kV, sous une impulsion de choc 1,2/50 μs, par exemple, par une épaisseur minimale de 3 mm en polyéthylène réticulé;

- des restrictions physiques et/ou des pancartes d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m.

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

6.5 Mise à la terre des canalisations

Il est rappelé que toutes les canalisations métalliques entrantes 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.

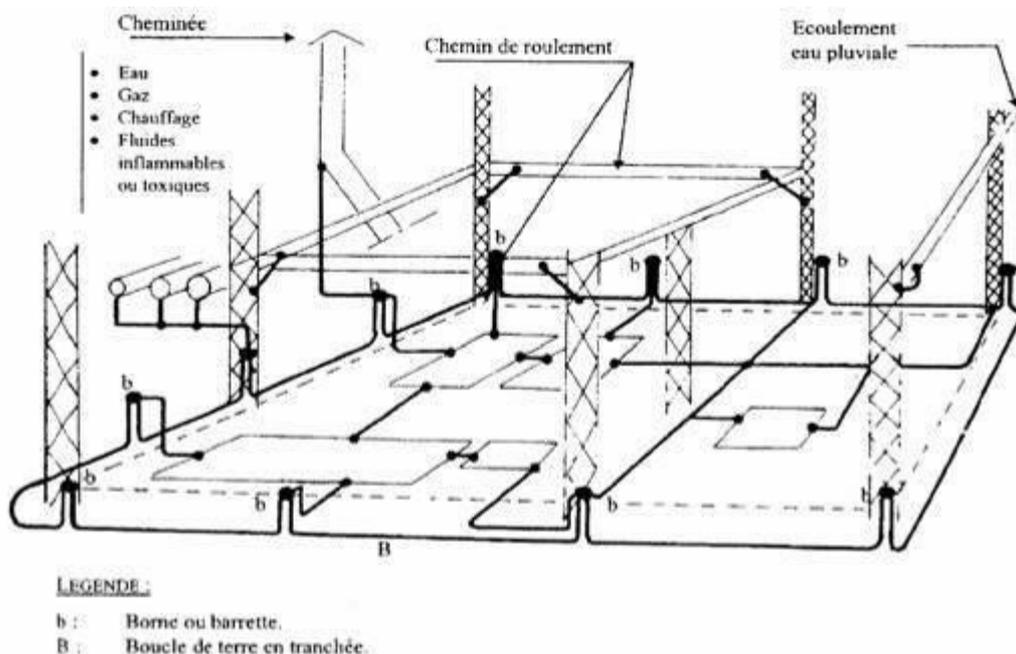


Figure 4: Principe général de mises à la terre

Zone	Nom	Mise à la terre à réaliser
Bâtiment principal	Canalisation de gaz	Oui
	Canalisation d'eau	Oui

Tableau 14 : Canalisations entrantes

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** pour **L'ENTREPOT LOGISTIQUE de ST MICHEL SUR ORGE (91)**.

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, ...).

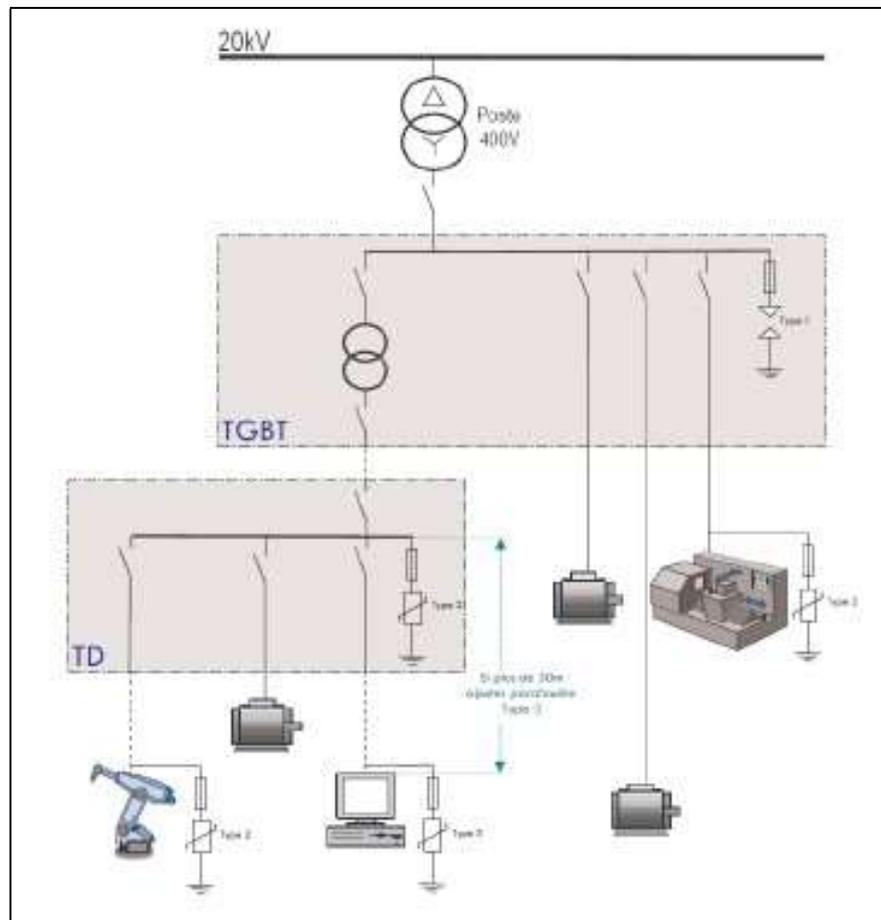


Figure 5 : Principe de protection par parafoudres

Nous préconisons :

<i>Bâtiment</i>	<i>Armoire</i>	<i>Préconisation</i>
<i>Cellule 1</i>	<i>Armoire d'alimentation</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
<i>Cellule 2 + extension</i>	<i>Armoire d'alimentation</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2

Tableau 15 : Protection type 1

Les armoires d'alimentation étant a moins de 10m de l'arrivée de la ligne Tarif jaune, aucun parafoudres Type 2 n'es à prévoir.

7.1 Protection des courants forts

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

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

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

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

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

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

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

Il dépend de :

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

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

Tableau 16: 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.

Tableau 17 : Calcul du I_{imp}

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

	TGBT
Régime de neutre	TT
Pour le n	8
Pour le m	4
$n \times m =$	32
Calcul le plus défavorable $(0,5 / (n \times m)) \times 100 =$	1,56

On retrouve ainsi les résultats suivants :

Caractéristiques :

- Régime de neutre : **TT**
- Tension maximale en régime permanent : **$U_c \geq 253V$**
- 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 : **$U_p \leq 1,5 kV$**

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

7.1.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II

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

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

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

Caractéristiques :

- Régime de neutre : **TT**
- Tension maximale en régime permanent **$U_c \geq 253V$**
- 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 **$U_p \leq 1,5 kV$**

7.1.3 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)**.

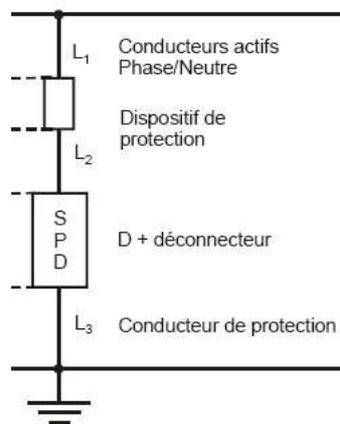


Figure 6 : Principe de câblage d'un parafoudre

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

7.1.4 Dispositif de deconnexion

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

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

L'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 Surintensités de l'Installation (DPSI) en onde 10/350, n'est généralement pas connue du fabricant. Aussi le cas idéal de choix est le suivant :

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

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

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

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

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

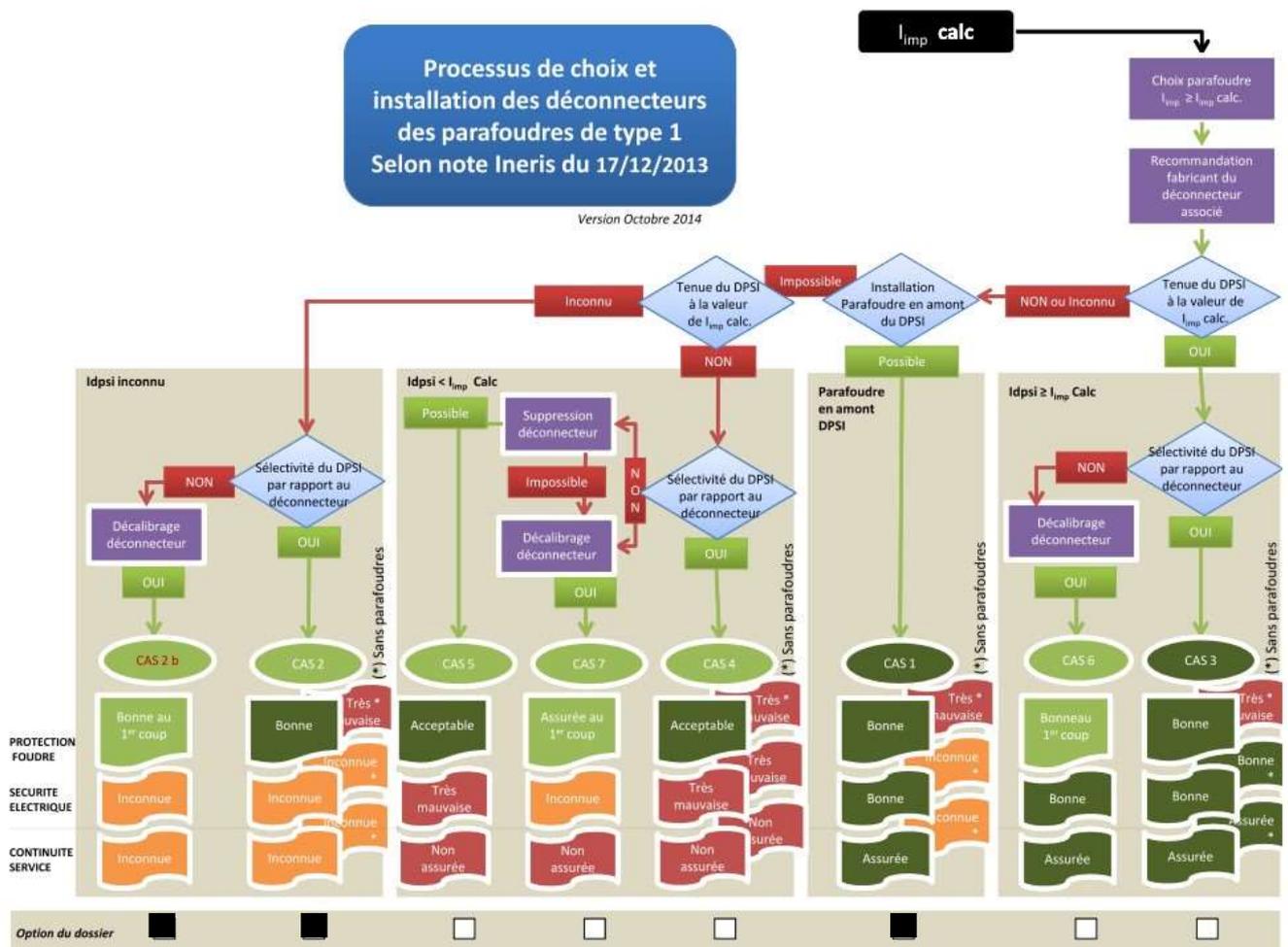


Figure 7 : Dispositifs de déconnexion des parafoudres de type 1

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 METEOFRANCE,



- soit un système local de détection par moulin à champ type Détektstorm 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 équipotentielles,
- Valeurs des résistances des prises de terre (par le maître d'œuvre),
- Etat de bon fonctionnement des têtes ionisantes pour les PDA (éventuels),
- Interconnexion des prises de terre entre elles.
- Vérification des parafoudres (câblage, section, ...).

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

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

10.2 Vérifications périodiques

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

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

NOTE : Pour les structures avec risque d'explosion, une inspection complète est suggérée tous les 6 mois. Il convient d'effectuer des essais une fois par an.
Une exception acceptable à l'essai annuel peut être un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des mesures de prise de terre en diverses saisons.

Tableau 18 : 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 de **L'ENTREPOT LOGISTIQUE de ST MICHEL SUR ORGE (91)**, 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 logistique	Installation d'un SPF de niveau IV, conformément au § 6 de cette Etude Technique
Canalisations	Mise à la terre des canalisations selon le § 5.5
EFFETS INDIRECTS	
Armoire d'alimentation cellule 1	Mise en place de parafoudres type 1+2 de niveau IV : onde 10/350 µs, conformément au § 7 de cette étude technique
Armoire d'alimentation cellule 2 + extension	Mise en place de parafoudres type 1+2 de niveau IV : onde 10/350 µs, conformément au § 7 de cette étude technique
PREVENTION	
Ensemble du site	Procédure à mettre en place et respecter en période orageuse

Tableau 19: 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 et 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 I	20 m
---------------	------

PDA n°1 et 2

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	0,600 m
Calcul de S Béton, Briques max	1,200 m

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



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

ANNEXE 2

Notice de Vérification et de Maintenance

**NOTICE DE VERIFICATION ET DE
MAINTENANCE**

**ENTREPOT LOGISTIQUE
ST MICHEL SUR ORGE (91)**

Rédacteur	Vérification	Révision
<p>Nom : Yannick PLIER Date : 10/03/2021 Visa</p> 	<p>Nom : Alphonse GERBIER Date : 15/03/2021 Visa</p> 	<p>A</p>

25 Avenue des Saules (Métro B) – 69600 OULLINS – France

8 Rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France

Tél. +33 (0)4 37 41 16 10 * Fax +33 (0)4 72 30 13 36

Tél. +33 (0)2 30 02 79 98

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

Qualifoudre
INERIS N° 07179534036

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 8

3.1 INSTALLATIONS EXTERIEURES DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (I.E.P.F) 8

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 25 587	10/03/2021	Notice de vérification et de maintenance

GLOSSAIRE

ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

EIPS : Equipements Importants Pour la Sécurité

SPF : Système de Protection contre la Foudre

IEPF : Installation Extérieure de Protection contre la Foudre

IIPF : Installation Intérieure de Protection contre la Foudre

1. ORDRES DES VERIFICATIONS

1.1 Procédure de vérification

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

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

1.2 Vérification de la documentation technique

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

1.3 Vérifications visuelles

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

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

1.4 Vérifications complètes

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

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

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

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

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

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

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

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

1.5 Documentation de la vérification

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

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

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

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

2. MAINTENANCE

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

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

NOTE Pour les structures avec risque d'explosion, une inspection complète est suggérée tous les 6 mois. Il convient d'effectuer des essais une fois par an.
Une exception acceptable à l'essai annuel peut être un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des mesures de prise de terre en diverses saisons.

Tableau 20 : 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 de **L'ENTREPOT LOGISTIQUE** sur la commune de **ST MICHEL SUR ORGE (91)** 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

L'ENTREPOT LOGISTIQUE sur la commune de **ST MICHEL SUR ORGE (91)** 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

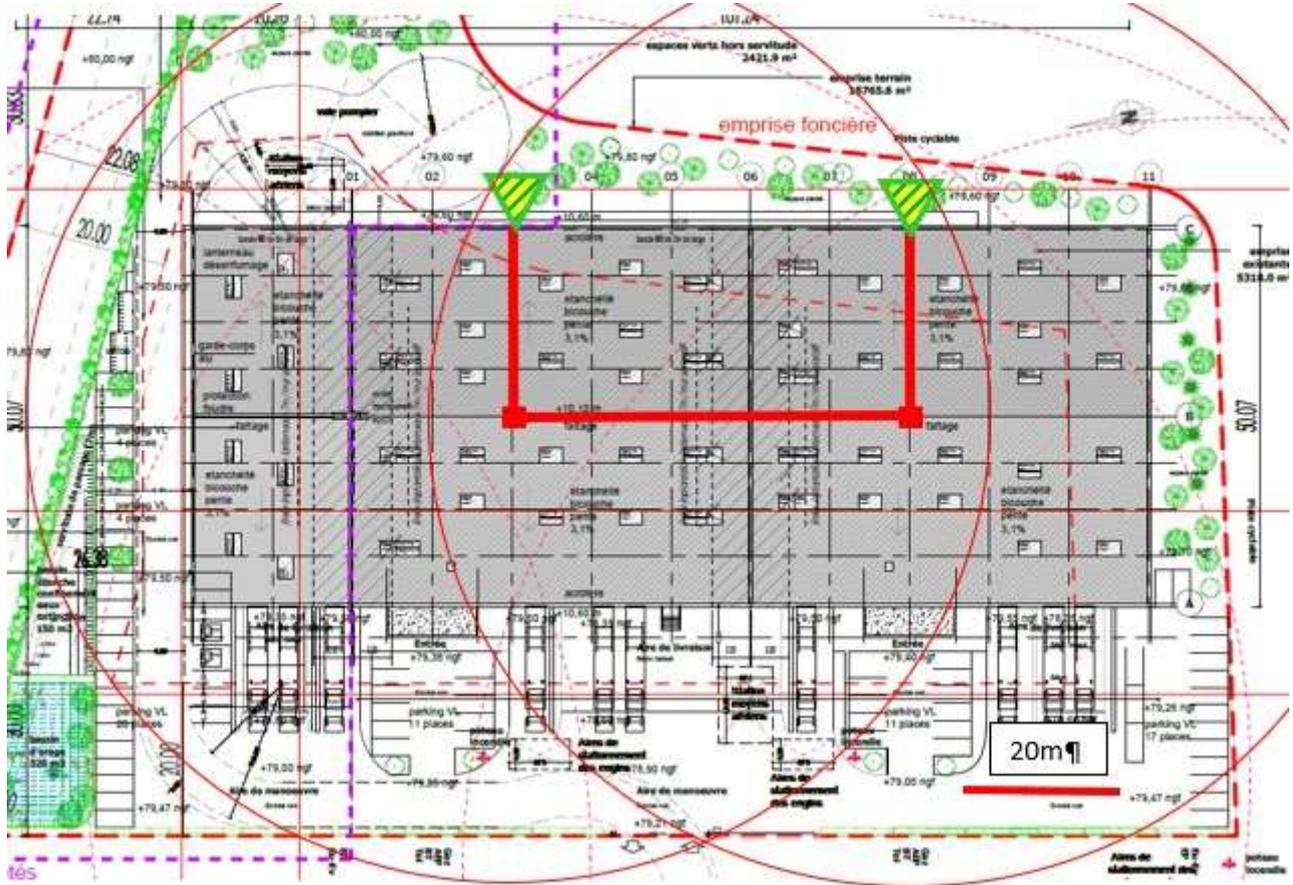


Figure 8 : Implantation des paratonnerres

Légende :

	Rayon de protection 52,2 m (réduction des 40% appliquée)		PDA sur mât de 6 m
	Prise de terre à créer		Conducteur de descente à créer

3.1.1 Caractéristiques des dispositifs de capture

	PDA 1 et PDA 2
Avance à l'amorçage	60 µs
Hauteur	5 m
Niveau de protection	4
Rayon de protection	64,2 m
Distance de séparation	0,6 m

Tableau 21 : Caractéristiques des dispositifs de capture

3.1.2 Mise à la terre des canalisations

Localisation	Section du conducteur	Etat	Résultat
	mm ²		

Tableau 22 : Mise à la terre des canalisations

4. NOTICE DE VERIFICATION

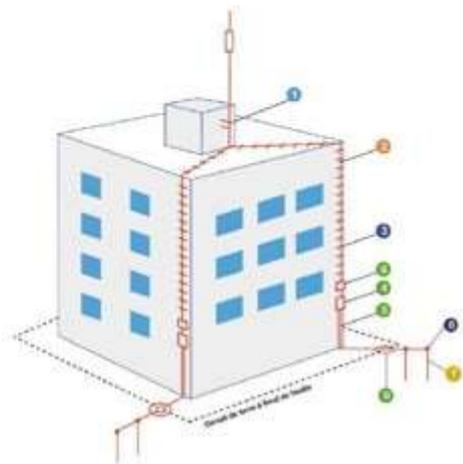
4.1 Notices de vérification des Systèmes de Protection Foudre (SPF)

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 : | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | |
| Etat des composants : | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | |
| Etat du mât du paratonnerre : | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | |
| Etat des ancrages : | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | |
| Etat des connexions : | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | |

2- Nature et composition des conducteurs de descentes :

- | | | | |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|--|
| Type et matériau : | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | |
| Présence de joints de contrôle: | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | |
| Cheminement du conducteur de descente: | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | |
| Raccordement au dispositif de capture : | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | |
| Continuité des conducteurs de descente : | <input type="checkbox"/> Conforme | <input type="checkbox"/> Non-conforme | |

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

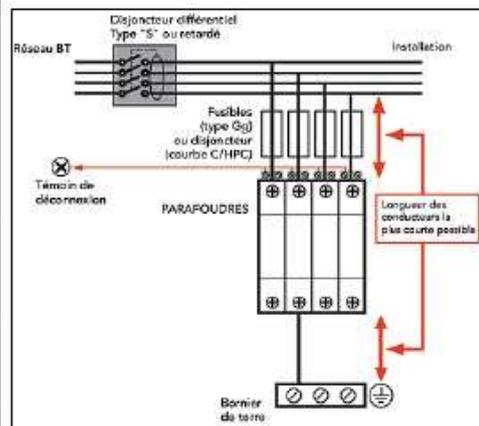
Type 2

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
- Calibre Disjoncteur Armoire :
- Calibre Disjoncteur/Fusible PRF :
- Présence fusible dans PF OUI NON

RESULTAT DE LA VERIFICATION :

ACTIONS CORRECTIVES :

5. CARNET DE BORD

N° 071179534036

**INSTALLATIONS DE PROTECTION
CONTRE LA Foudre
CARNET DE BORD**

Raison sociale : _____

Adresse de l'Établissement :

CARNET DE BORD

Ce carnet de bord est la trace de l'historique de l'installation de protection foudre et doit être tenu à jour sous la responsabilité du Chef d'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
10/03/2021	Analyse du Risque Foudre	RG Consultant	Y. PLIER 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
10/03/2021	Etude technique foudre	RG Consultant	Y. PLIER 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		NATURE 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 Référence des rapports	Actions prises ou à prendre	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 la 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.