



1G GROUP SAS

6 Rue de Genève

69800 SAINT-PRIEST

☎ 04 28 29 64 58



contact@1g-foudre.com

www.1g-foudre.com



ANALYSE DU RISQUE Foudre

AIRELLES ENVIRONNEMENT – PROJET ENTREPÔT COMBRONDE (63)

<p><u>Commanditaire de l'étude :</u></p> <p>AIRELLES ENVIRONNEMENT 47 rue Ampère 75017 PARIS</p>	<p><u>Adresse de l'établissement :</u></p> <p>PROJET D'ENTREPÔT LOGISTIQUE Parc de l'Aize 63460 COMBRONDE</p>
<p><u>Date de l'intervention :</u></p>	<p>Etude sur plans</p>
<p><u>Rédigé par :</u> <u>Date : 02/03/2023</u></p>	<p>Zakari YAHIAOUI Chargé d'études Qualifoudre N1 04 28 29 64 58 z.yahiaoui@1g-group.com</p> 
<p><u>Validé par :</u> <u>Date : 02/03/2023</u></p>	<p>Benoît CHAILLOT Responsable BET Qualifoudre N3 – n°19005 07 67 21 96 34 b.chaillet@1g-group.com</p> 

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
25/10/2022	A	Première diffusion
03/03/2023	B	Mise à jour suite à évolution du plan de masse

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

ABRÉVIATIONS

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

SOMMAIRE

CHAPITRE 1	SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	6
CHAPITRE 2	GÉNÉRALITÉS SUR LA MISSION	8
2.1	PRÉSENTATION DE LA MISSION	8
2.2	PÉRIMÈTRE D'APPLICATION DE L'ARF	8
2.3	RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES	9
2.4	BASE DOCUMENTAIRE	10
2.5	LOGICIEL DE CALCUL	10
CHAPITRE 3	MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DU RISQUE Foudre	11
3.1	OBJECTIF DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	11
3.2	PROCÉDURE D'ÉVALUATION DU RISQUE Foudre SELON LA NF EN 62305-2	11
3.3	IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE	12
3.4	IDENTIFICATION DES TYPES DE PERTE	12
3.5	DÉFINITION DES RISQUES A ÉVALUER	12
3.6	CALCUL DU RISQUE R1	13
3.7	DÉFINITION DU RISQUE TOLÉRABLE	14
3.8	RÉDUCTION DU RISQUE R1	14
3.9	PRINCIPAUX PARAMÈTRES PRIS EN COMPTE DANS L'ARF	14
CHAPITRE 4	PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET	15
4.1	ADRESSE DU SITE	15
4.2	PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET	16
4.3	LISTE DES RUBRIQUES ICPE	17
4.4	DENSITÉ DE FoudROIEMENT	18
4.5	NATURE DU SOL - RÉsISTIVITÉ	19
4.6	POTENTIELS DE DANGERS	19
4.7	ÉVÉNEMENTS REDOUTÉS	19
4.8	ZONAGE ATEX	19
4.9	MESURES DE MAÎTRISE DES RISQUES (MMR)	20
4.10	MOYENS D'INTERVENTION ET DE SECOURS DU SITE	20
4.11	SERVICES ET CANALISATIONS	21
CHAPITRE 5	INSTALLATION À PRENDRE EN COMPTE POUR L'ARF	22
CHAPITRE 6	CALCUL PROBABILISTE : ENTREPÔT CELLULE 1	23
6.1	DONNÉES & CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE	24
6.2	CARACTÉRISTIQUES DES LIGNES ENTRANTES OU SORTANTES	24
6.3	DÉFINITION DES ZONES	25
6.4	PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	26

LISTE DES ANNEXES

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

Chapitre 1 **SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre**

Récapitulatif des résultats de l'Analyse du Risque Foudre

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

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

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

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

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

Suite à l'Analyse du Risque Foudre

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

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

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

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

Chapitre 2 GÉNÉRALITÉS SUR LA MISSION

2.1 PRÉSENTATION DE LA MISSION

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

L'Analyse du Risque Foudre identifie les équipements et installations dont une protection doit être assurée. Elle est basée sur une évaluation des risques réalisée conformément à la norme NF EN 62-305-2 version de novembre 2012. Elle définit les niveaux de protection nécessaires aux installations.

2.2 PÉRIMÈTRE D'APPLICATION DE L'ARF

L'Analyse du Risque Foudre prend en compte :

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

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

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

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

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

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

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

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

2.3 RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES

Textes réglementaires

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

Ensembles des normes de références

Norme	Version	Désignation
NF EN 62 305-1	Novembre 2013	Protection des structures contre la foudre – Partie 1 : Principes généraux.
NF EN 62 305-2	Décembre 2012	Protection des structures contre la foudre – Partie 2 : Évaluation du risque.
NF EN 62 305-2 F1	Juin 2011	Fiche d'interprétation F1 de la norme EN NF 62305-2 de novembre 2006.
NF EN 62 305-3	Décembre 2012	Protection des structures contre la foudre – Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains.
NF EN 62 305-4	Décembre 2012	Protection des structures contre la foudre – Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures.

Guides pratiques (à titre informatif)

Guide	Version	Désignation
Guide UTE C 15-443	Août 2004	Protection des installations électriques à basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres.
Guide UTE C 15-712-1	Juillet 2010	Guide pratique des installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution
Guide OMEGA 3 de l'INERIS	Décembre 2011	Protection contre la foudre des installations classées pour la protection de l'environnement.
FAQ de l'INERIS	10 février 2021	Foire aux questions de l'INERIS.

2.4 BASE DOCUMENTAIRE

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

Documents	Auteur	Référence	Fourni
Étude de dangers	-	-	✘
Rubriques ICPE	AIRELLES ENVIRONNEMENT	-	✓
Liste des MMR	-	-	✘
Plans de masse	LES ATELIERS 4+	N°302 du 02/03/2023	✓
Plans de coupes/façades	LES ATELIERS 4+	N°320 du 14/02/2023	✓
Plans d'ensemble	LES ATELIERS 4+	N°361 du 17/02/2023	✓
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	-	-	✘
Synoptique courant fort/faible	-	-	✘
Dossier de Zonage ATEX	-	-	SO

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

2.5 LOGICIEL DE CALCUL

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

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

Chapitre 3 MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DU RISQUE Foudre

3.1 OBJECTIF DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

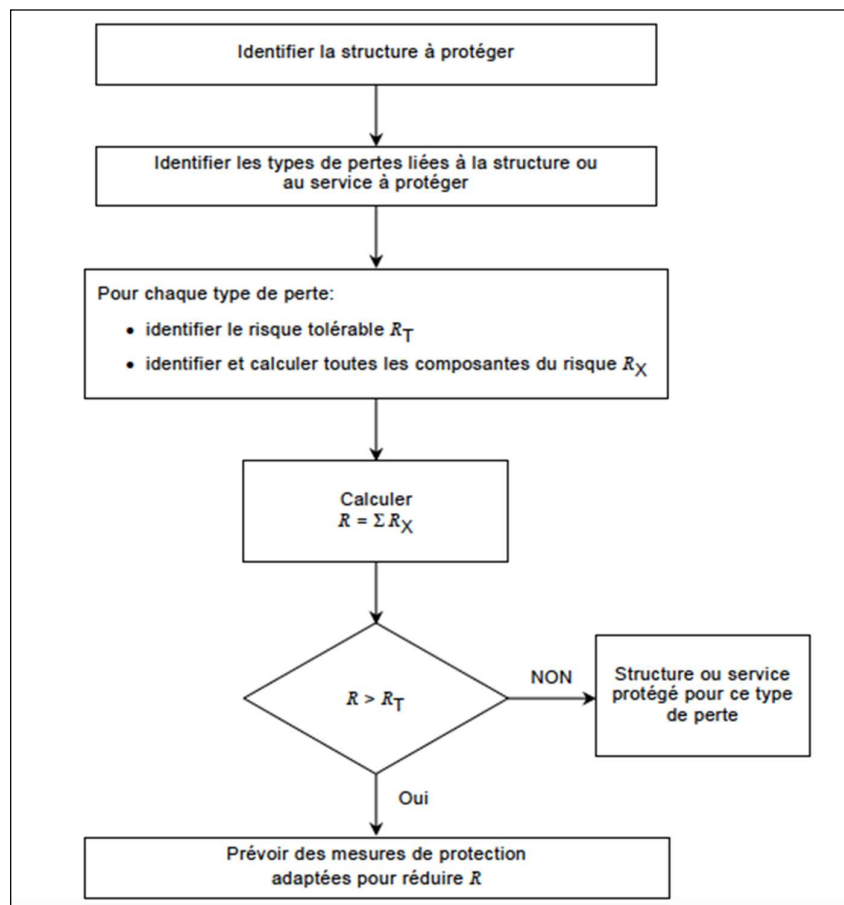
L'objectif de l'Analyse du Risque Foudre est :

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

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

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

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



3.3 IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE

Une **structure** est constituée par :

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

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

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

3.4 IDENTIFICATION DES TYPES DE PERTE

Quatre types de perte sont définis :

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

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

3.5 DÉFINITION DES RISQUES A ÉVALUER

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

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

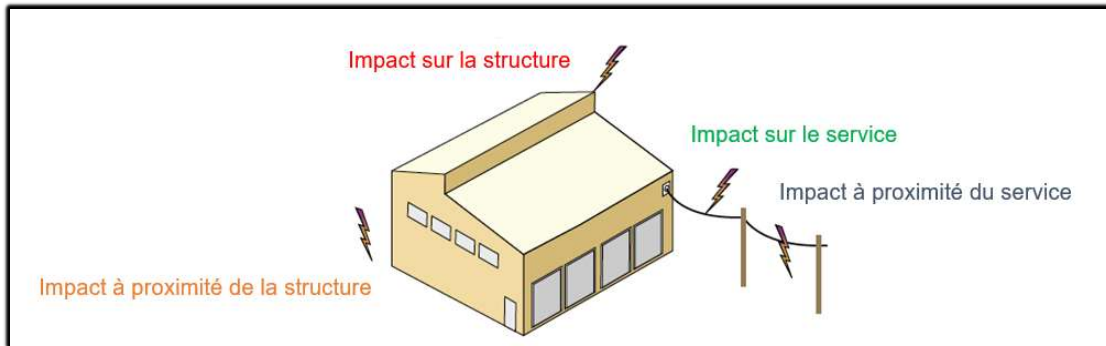
- R1 : Risque de perte de vie humaine ;
- R2 : Risque de perte de service public ;
- R3 : Risque de perte d'héritage culturel ;
- R4 : Risque de perte de valeurs économiques.

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

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

3.6 CALCUL DU RISQUE R1

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.7 DÉFINITION DU RISQUE TOLÉRABLE

Type de pertes	R_T
Perte de vie humaine	10^{-5}

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

3.8 RÉDUCTION DU RISQUE R_1

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 $R_1 \leq R_T$.
- 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.

3.9 PRINCIPAUX PARAMÈTRES PRIS EN COMPTE DANS L'ARF

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

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

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

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

Chapitre 4 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET

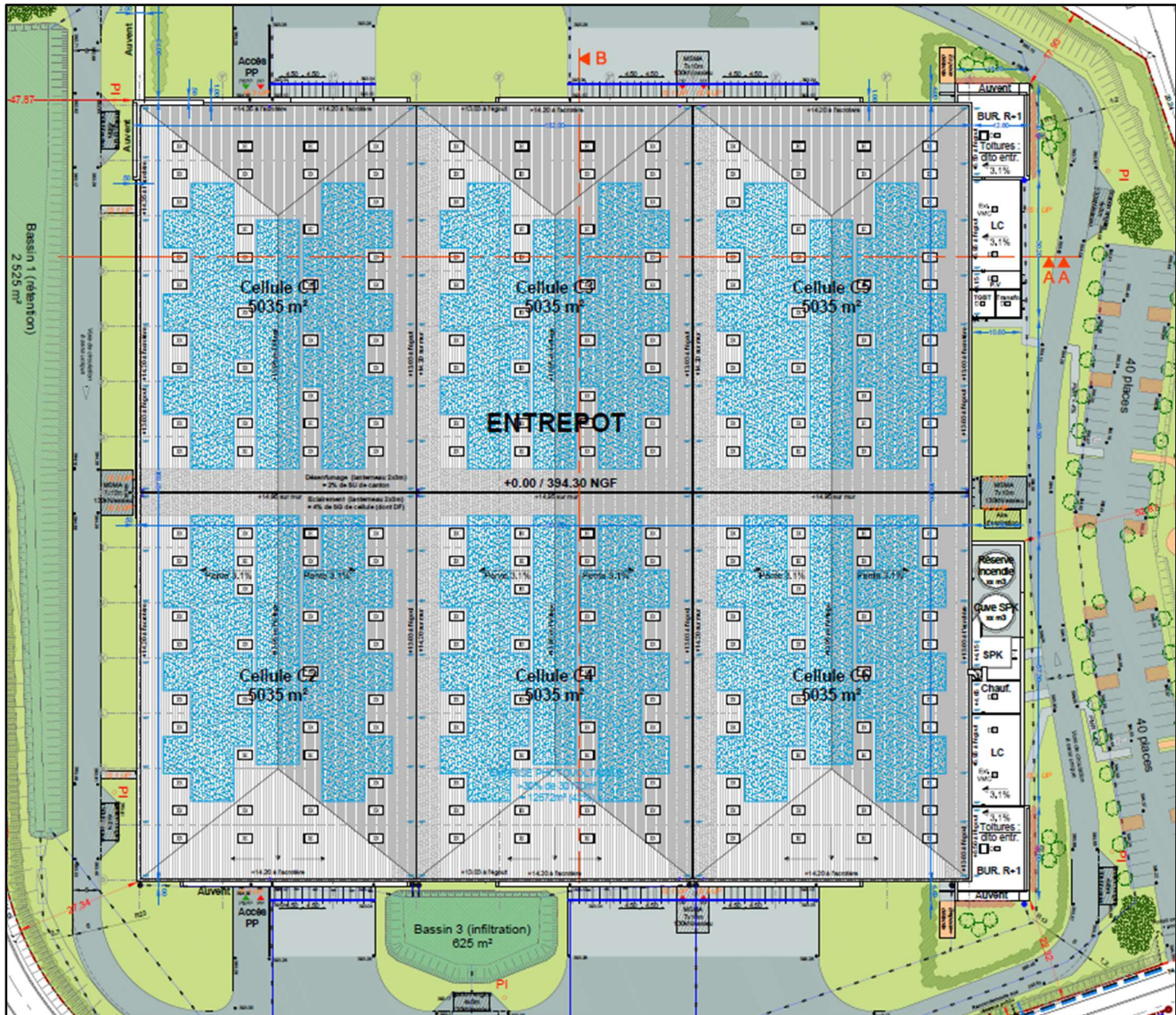
4.1 ADRESSE DU SITE

Le site sera situé sur la commune de Combronde dans le département du Puy-de-Dôme en région Auvergne-Rhône-Alpes.



Point géographique du projet

4.2 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET



Plan de masse du projet

Le projet comprendra :

- 6 cellules de stockage de 5035 m² chacune ;
- Locaux techniques (charge, poste HT/BT, TGBT, sprinkler, photovoltaïque) ;
- Quais de chargement et déchargement ;
- Bureaux & locaux sociaux.

4.3 LISTE DES RUBRIQUES ICPE

Les rubriques ICPE sont listées dans le tableau suivant :

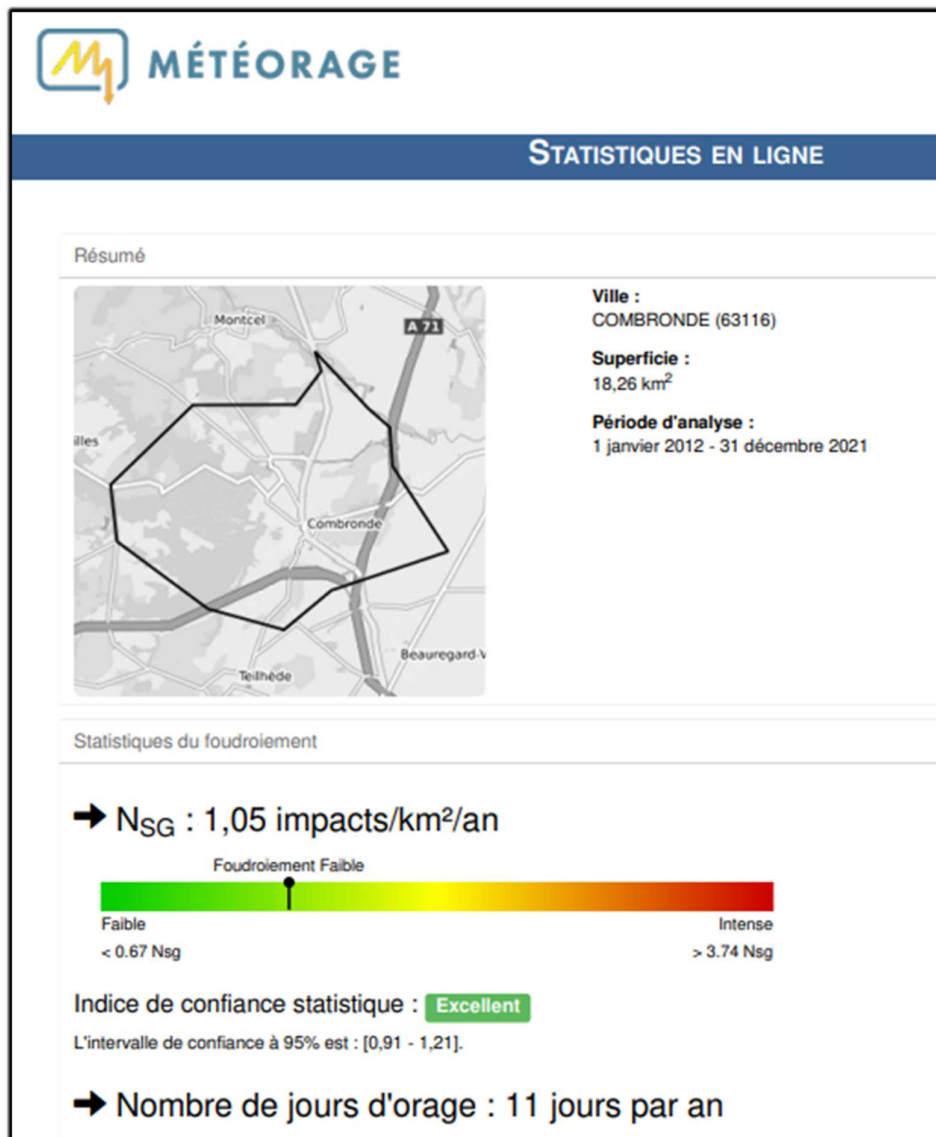
N° de rubrique	Désignation simplifiée de la rubrique	Classement
1510	Entrepôt couvert.	Enregistrement
2910-	Combustion	Déclaration
2925	Atelier de charge d'accumulateur.	Déclaration

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

4.4 DENSITÉ DE FOUDROIEMENT

D'après les statistiques de foudroiement en France de METEORAGE (résultats à partir des données du réseau de détection des impacts foudre pour la période 2012-2021), la densité moyenne de foudroiement pour la commune de **COMBRONDE (63)** est de :

$N_{SG} = 1,05$ (coups de foudre / km² / an)



Source : meteorage.fr

4.5 NATURE DU SOL - RÉSISTIVITÉ

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

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

4.6 POTENTIELS DE DANGERS

Les potentiels de danger proviennent principalement des produits suivants :

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

4.7 ÉVÉNEMENTS REDOUTÉS

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

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

4.8 ZONAGE ATEX

Aucune information nous a été transmise à ce stade de l'étude concernant les éventuelles zones ATEX sur le site, nous savons qu'il n'y aura pas de zone ATEX 0 ou 20 impactable par la foudre.

Par conséquent, le risque d'explosion n'a pas été retenu dans l'Analyse de Risque Foudre.

4.9 MESURES DE MAÎTRISE DES RISQUES (MMR)

Les équipements dont la défaillance entraîne une interruption des moyens de sécurité et provoquant ainsi des conditions aggravantes à un risque d'accident sont à prendre en compte.

La liste de ces équipements est la suivante :

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

Source : selon retour d'expérience/infos clients.

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

4.10 MOYENS D'INTERVENTION ET DE SECOURS DU SITE

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

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

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

4.11 SERVICES ET CANALISATIONS

Caractéristiques du réseau de puissance

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

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

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

Caractéristiques du réseau de communication

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

Liste des canalisations entrantes ou sortantes

Zone / Structure	Désignation	Nature
Entrepôt	Gaz (si présente)	Métallique
	Eau	Inconnue
	Évacuation des eaux	PVC
	Sprinkler	Métallique

Source : selon retour d'expérience/infos clients.

Chapitre 5 INSTALLATION À PRENDRE EN COMPTE POUR L'ARF

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

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

Méthode déterministe¹ :

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

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

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

Chapitre 6 CALCUL PROBABILISTE : ENTREPÔT_CELLULE 1

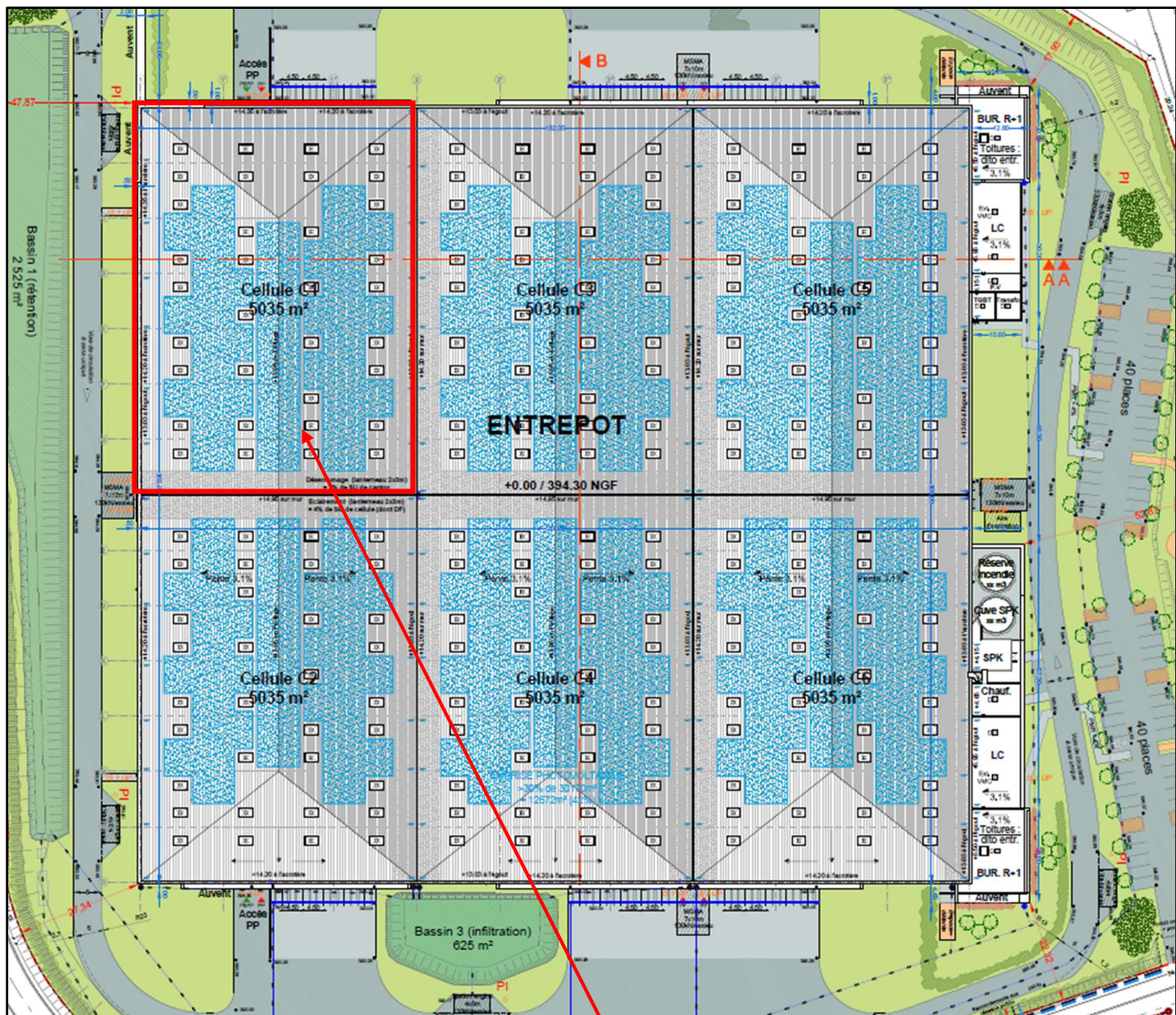
L'entrepôt comprendra :

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

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

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

Par conséquent l'Analyse de Risque Foudre sera réalisée sur **la cellule la plus grande, la cellule 1**. Le niveau de risque obtenu sera appliqué à toutes les autres cellules.



Zone prise en compte dans notre calcul ARF

6.1 DONNÉES & CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE

Caractéristiques de la structure	
Facteur d'emplacement $C_{d/b}$	Le bâtiment est entouré par des structures plus petites ou de même hauteur.
Longueur L	84,7 m
Largeur W	60,6 m
Hauteur H_b	14,95 m
Aire Equivalente $A_{d/b}$	2,46E-02 km ²
Type de sol à l'intérieur	Béton

6.2 CARACTÉRISTIQUES DES LIGNES ENTRANTES OU SORTANTES

Liste des lignes entrantes ou sortantes

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

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

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

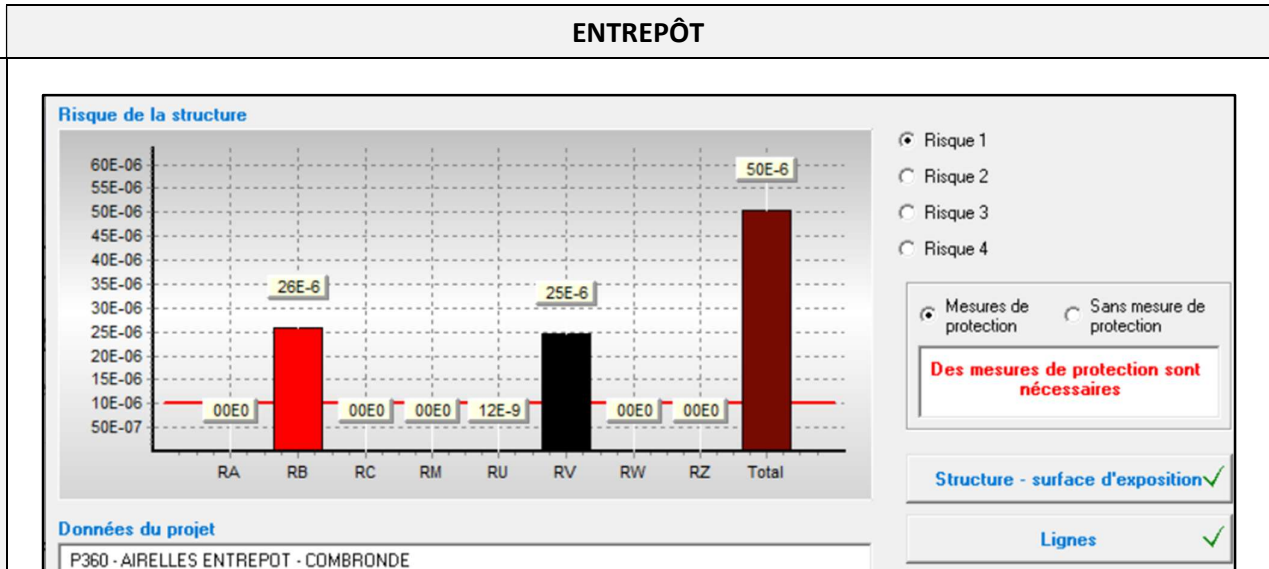
Caractéristiques de la ligne « Arrivée téléphonique » :	
Type de ligne	Signal – souterrain
Origine de la ligne	Arrivée Réseau Télécom
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne	/
Longueur de ligne entre les équipements	1000 m
Cheminement (aérien, enterré)	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau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

6.3 DÉFINITION DES ZONES

Définition de la zone :

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

6.4 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS



SANS PROTECTION

	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Cas 5	
Double-clic pour sélectionner des mesures de protection						
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	2,57E-05					2,57E-05
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	1,23E-08					1,23E-08
V	2,47E-05					2,47E-05
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	5,04E-05					5,04E-05
Réseaux internes Z1						
Nom	U	V	W	Z		
TGBT	1,12E-09	2,24E-06	0,00E+00	0,00E+00		
ECLAIRAGE EXTERIEUR	5,61E-09	1,12E-05	0,00E+00	0,00E+00		
RESEAU TELECOM	5,61E-09	1,12E-05	0,00E+00	0,00E+00		

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

$$5,04 \times 10^{-5} > 1 \times 10^{-5}$$

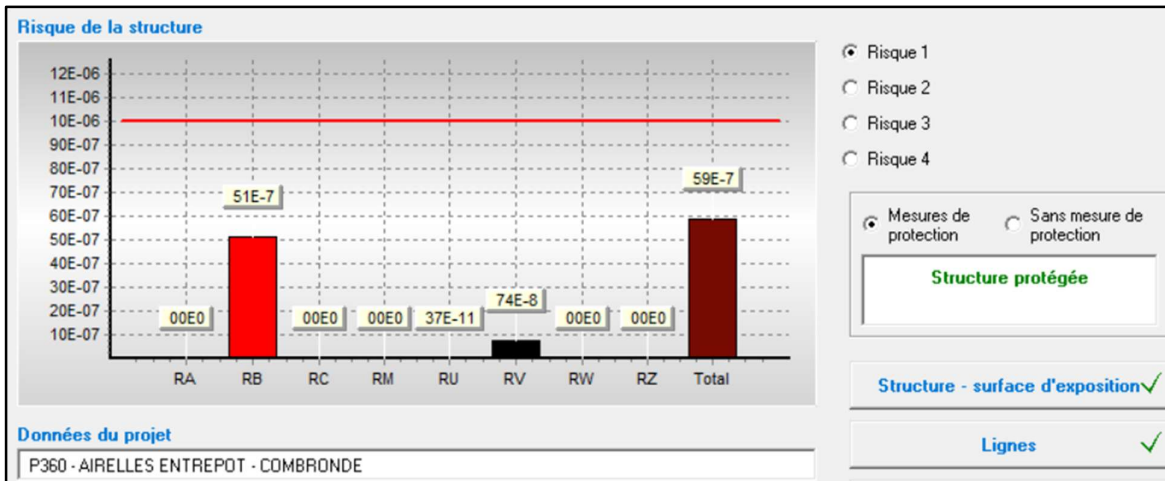
Il y a donc lieu de **procéder à la mise en œuvre de mesures de protection**.

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

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

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

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



AVEC PROTECTION

	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Cas 5	
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	5,15E-06					5,15E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	3,70E-10					3,70E-10
V	7,40E-07					7,40E-07
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	5,89E-06					5,89E-06

Réseaux internes Z1

Nom	U	V	W	Z
TGBT	3,36E-11	6,73E-08	0,00E+00	0,00E+00
ECLAIRAGE EXTERIEUR	1,68E-10	3,36E-07	0,00E+00	0,00E+00
RESEAU TELECOM	1,68E-10	3,36E-07	0,00E+00	0,00E+00

Sélection des mesures de protection

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

Ligne1: Arrivée ligne HT
Parafoudre d'entrée: niveau IV
Ligne2: Arrivée ligne BT équipement
Parafoudre d'entrée: niveau IV
Ligne3: Arrivée téléphonique
Parafoudre d'entrée: niveau IV

Afficher le risque
 Sans protection
 Avec la protection
 Supprimer la protection

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

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

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

$$5,89 \times 10^{-6} < 1 \times 10^{-5}$$

RAPPORT TECHNIQUE

ÉVALUATION DES RISQUES



Données du projeteur:

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

Projet ARF:

Client: AIRELLES ENVIRONNEMENT
Commune: COMBRONDE (63)
Pays: FRANCE
Ng: 1,05

Annexe n°1

Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre ENTREPÔT_CELLULE 1

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

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

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur

Client:

Client : AIRELLES ENTREPOT
Ville : COMBRONDE

INDEX

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

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

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

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

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

3. STRUCTURE A PROTEGER

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

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

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

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

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

$$N_g = 1,1 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 84,7 B (m): 60,6 H (m): 14,95

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine

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

- risque R1;

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

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

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

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

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

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

sont définies les zones suivantes :

Z1: ENTREPOT

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

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

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

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

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

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

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

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: ENTREPOT

RB: 2,57E-05

RU(TGBT): 1,12E-09

RV(TGBT): 2,24E-06

RU(ECLAIRAGE EXTERIEUR): 5,61E-09

RV(ECLAIRAGE EXTERIEUR): 1,12E-05

RU(RESEAU TELECOM): 5,61E-09

RV(RESEAU TELECOM): 1,12E-05

Total: 5,04E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 5,04E-05

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 5,04E-05$ est plus grand que le risque tolérable $RT = 1E-05$, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. Composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - ENTREPOT

RD = 51,036 %

RI = 48,964 %

Total = 100 %

RS = 0,0245 %

RF = 99,9755 %

RO = 0 %

Total = 100 %

où:

- RD = RA + RB + RC

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

- RS = RA + RU

- RF = RB + RV

- RO = RM + RC + RW + RZ

et :

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

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

- RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants

- RF est le risque dû aux dommages physiques

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

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

Z1 - ENTREPOT (100 %)

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

RB = 51,0360 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure

RV (ECLAIRAGE EXTERIEUR) = 22,2452 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

RV (RESEAU TELECOM) = 22,2452 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

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

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

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

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

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

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

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

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

Zone Z1: ENTREPOT

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 0,2$

P_c (TGBT) = $1,00E+00$

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

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

$P_c = 1,00E+00$

P_m (TGBT) = $1,00E-04$

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

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

$P_m = 3,00E-04$

P_u (TGBT) = $3,00E-02$

P_v (TGBT) = $3,00E-02$

P_w (TGBT) = $1,00E+00$

P_z (TGBT) = $1,00E-01$

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

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

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

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

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

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

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

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

$r_a = 0,01$

$r_p = 0,2$

$r_f = 0,1$

$h = 2$

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: ENTREPOT

RB: $5,15E-06$

RU(TGBT): $3,36E-11$

RV(TGBT): $6,73E-08$

RU(ECLAIRAGE EXTERIEUR): $1,68E-10$

RV(ECLAIRAGE EXTERIEUR): $3,36E-07$

RU(RESEAU TELECOM): $1,68E-10$

RV(RESEAU TELECOM): $3,36E-07$

Total: $5,89E-06$

Valeur du risque total R1 pour la structure : $5,89E-06$

8. CONCLUSIONS

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

Risque inférieur au risque tolérable:R1

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

Date 03/03/2023

Cachet et signature



9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 84,7 B (m): 60,6 H (m): 14,95

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

Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 1,05$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Arrivée ligne HT

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

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

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

Caractéristiques des lignes: Arrivée ligne BT équipement

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

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

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

Caractéristiques des lignes: Arrivée téléphonique

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

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

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

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

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: ENTREPOT

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

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

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

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

zone de protection: Aucun bouclier

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

Réseaux interne TGBT

Connecté à la ligne Arrivée ligne HT

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

Tension de tenue: 6,0 kV

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

Réseaux interne ECLAIRAGE EXTERIEUR

Connecté à la ligne Arrivée ligne BT équipement

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

Tension de tenue: 2,5 kV

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

Réseaux interne RESEAU TELECOM

Connecté à la ligne Arrivée téléphonique

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

Tension de tenue: 1,5 kV

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

Valeur moyenne des pertes pour la zone: ENTREPOT

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

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

Risque et composantes du risque pour la zone: ENTREPOT

Risque 1: R_b R_u R_v

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 2,45E-02 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,74E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 1,29E-02$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 2,75E-01$

Lignes électriques

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

Arrivée ligne HT

$A_l = 0,021358 \text{ km}^2$

$A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

Arrivée ligne BT équipement

$Al = 0,021358 \text{ km}^2$

$Ai = 0,559017 \text{ km}^2$

Arrivée téléphonique

$Al = 0,021358 \text{ km}^2$

$Ai = 0,559017 \text{ km}^2$

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

Arrivée ligne HT

$NI = 0,001121$

$Ni = 0,058697$

Arrivée ligne BT équipement

$NI = 0,005606$

$Ni = 0,293484$

Arrivée téléphonique

$NI = 0,005606$

$Ni = 0,293484$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: ENTREPOT

$Pa = 1,00E+00$

$Pb = 1,0$

$Pc \text{ (TGBT)} = 1,00E+00$

$Pc \text{ (ECLAIRAGE EXTERIEUR)} = 1,00E+00$

$Pc \text{ (RESEAU TELECOM)} = 1,00E+00$

$Pc = 1,00E+00$

$Pm \text{ (TGBT)} = 1,00E-04$

$Pm \text{ (ECLAIRAGE EXTERIEUR)} = 1,00E-04$

$Pm \text{ (RESEAU TELECOM)} = 1,00E-04$

$Pm = 3,00E-04$

$Pu \text{ (TGBT)} = 1,00E+00$

$Pv \text{ (TGBT)} = 1,00E+00$

$Pw \text{ (TGBT)} = 1,00E+00$

$Pz \text{ (TGBT)} = 1,00E-01$

$Pu \text{ (ECLAIRAGE EXTERIEUR)} = 1,00E+00$

$Pv \text{ (ECLAIRAGE EXTERIEUR)} = 1,00E+00$

$Pw \text{ (ECLAIRAGE EXTERIEUR)} = 1,00E+00$

$Pz \text{ (ECLAIRAGE EXTERIEUR)} = 4,00E-01$

$Pu \text{ (RESEAU TELECOM)} = 1,00E+00$

$Pv \text{ (RESEAU TELECOM)} = 1,00E+00$

$Pw \text{ (RESEAU TELECOM)} = 1,00E+00$

$Pz \text{ (RESEAU TELECOM)} = 1,50E-01$





1G GROUP SAS

6 Rue de Genève

69 800 SAINT-PRIEST

☎ 04 28 29 64 58

contact@1g-foudre.com

www.1g-foudre.com



ÉTUDE TECHNIQUE Foudre

AIRELLES ENVIRONNEMENT – PROJET ENTREPÔT COMBRONDE (63)

<p><u>Commanditaire de l'étude :</u></p> <p>AIRELLES ENVIRONNEMENT 47 rue Ampère 75017 PARIS</p>	<p><u>Adresse de l'établissement :</u></p> <p>PROJET D'ENTREPÔT LOGISTIQUE Parc de l'Aize 63460 COMBRONDE</p>
<p><u>Date de l'intervention :</u></p>	<p>Etude sur plans</p>
<p><u>Rédigé par :</u> <u>Date : 02/03/2023</u></p>	<p>Zakari YAHIAOUI Chargé d'études Qualifoudre N1 04 28 29 64 58 z.yahiaoui@1g-group.com</p> 
<p><u>Validé par :</u> <u>Date : 02/03/2023</u></p>	<p>Benoît CHAILLOT Responsable BET Qualifoudre N3 – n°19005 07 67 21 96 34 b.chailot@1g-group.com</p> 

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
27/10/2022	A	Première diffusion
03/03/2023	B	Mise à jour suite à évolution du plan de masse

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

ABRÉVIATIONS

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

SOMMAIRE

CHAPITRE 1	OBJET DE L'ÉTUDE	6
1.1	PRÉSENTATION DE LA MISSION	6
1.2	RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES	7
1.3	BASE DOCUMENTAIRE	9
CHAPITRE 2	MÉTHODOLOGIE	10
CHAPITRE 3	SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	11
CHAPITRE 4	INSTALLATIONS DE PROTECTION Foudre EXISTANTES	12
4.1	INSTALLATION EXTÉRIEURE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre	12
4.2	INSTALLATION INTÉRIEURE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre	12
CHAPITRE 5	PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS	13
5.1	GÉNÉRALITÉS SUR LES IEPF	13
5.2	LES DIFFÉRENTS TYPE D'IEPF	14
5.3	TRAVAUX À RÉALISER	16
CHAPITRE 6	PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS	26
6.1	GÉNÉRALITÉS SUR LES IIPF	26
6.2	LES DIFFÉRENTS TYPES DE PARAFoudRES	26
6.3	PROTECTION DES COURANTS FORTS	27
CHAPITRE 7	PRÉVENTION DU PHÉNOMÈNE ORAGEUX	35
7.1	PROTECTION CONTRE LES TENSIONS DE CONTACT ET DE PAS	35
7.2	DÉTECTION D'ORAGE	35
7.3	PROCÉDURE	36
CHAPITRE 8	RÉALISATION DES TRAVAUX	37
CHAPITRE 9	VÉRIFICATIONS DES INSTALLATIONS	38
9.1	VÉRIFICATION INITIALE	38
9.2	VÉRIFICATION PÉRIODIQUE	38
9.3	VÉRIFICATION SUPPLÉMENTAIRE	39
9.4	MAINTENANCE	39
CHAPITRE 10	BILAN DES TRAVAUX À RÉALISER	40

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Calcul de distance de séparation.

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

Annexe 3 : Carnet de Bord (CB).

Chapitre 1 OBJET DE L'ÉTUDE

1.1 PRÉSENTATION DE LA MISSION

Dans le cadre de la réglementation (arrêté ministériel 11 avril 2017) relatif aux entrepôts couverts par la rubrique 1510 à enregistrement, le **PROJET D'ENTREPÔT LOGISTIQUE** située sur la commune de **COMBRODE (63)** doit réaliser une Analyse de Risque Foudre (ARF), et une Etude Technique de protection contre la Foudre (ETF).

L'Analyse de Risque Foudre du site a été réalisée par **nos soins** (rapport n°**1GF1350 indice B** du **02/03/2023**).

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

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

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

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

IMPORTANT : l'Étude Technique réglementaire, traitée dans le présent document, ne concerne que le risque de type R1 (perte de vie humaine). Elle ne concerne pas :

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

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

1.2 RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES

Textes réglementaires

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

Normes de références

Norme	Version	Désignation
NF EN 62 305-3	Décembre 2012	Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains.
NF EN 62 305-4	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	Compil 2013	Installations électriques basse tension.
NF EN 61 643-11	Septembre 2002	Parafoudres pour installation basse tension.
NF EN 62 561-1	Aout 2017	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 1 : exigences pour les composants de connexion.
NF EN 62 561-2	Mars 2018	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 2 : exigences pour les conducteurs et les électrodes de terre.
NF EN 62 561-3	Septembre 2017	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 3 : exigences pour les éclateurs d'isolement.
NF EN 62 561-4	Décembre 2018	Composants de système de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 4 : exigences pour les fixations de conducteur.
NF EN 62 561-5	Décembre 2017	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 5 : exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre.
NF EN 62 561-6	Mars 2018	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 6 : exigences pour les compteurs de coups de foudre.
NF EN 62 561-7	Mars 2018	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 7 : exigences pour les enrichisseurs de terre.
NF EN 61 643-11	Mai 2014	Parafoudres BT - Partie 11 : parafoudres connectés aux systèmes basse tension - Exigences et méthodes d'essai.
CEI 61 643-12	Mai 2020	Parafoudres BT- Partie 12 : parafoudres connectés aux réseaux de distribution BT - Principes de choix et d'application.

NF EN 61 643-21	Mars 2014	Parafoudres BT – Partie 21 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d’essais.
IEC 61 643-22	Juin 2015	Parafoudres BT – Partie 22 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Principes de choix et d’application.
NF EN IEC 62793	Mai 2019	Détecteur d’orage.

Guides pratiques (à titre informatif)

Guide	Version	Désignation
Guide UTE C 15-443	Août 2004	Protection des installations électriques à basse tension contre les surtensions d’origine atmosphérique ou dues à des manœuvres.
Guide UTE C 15-712-1	Juillet 2010	Guide pratique des installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution
Guide OMEGA 3 de l’INERIS	Décembre 2011	Protection contre la foudre des installations classées pour la protection de l’environnement.
FAQ de l’INERIS	10 Février 2021	Foire aux questions de l’INERIS.

1.3 BASE DOCUMENTAIRE

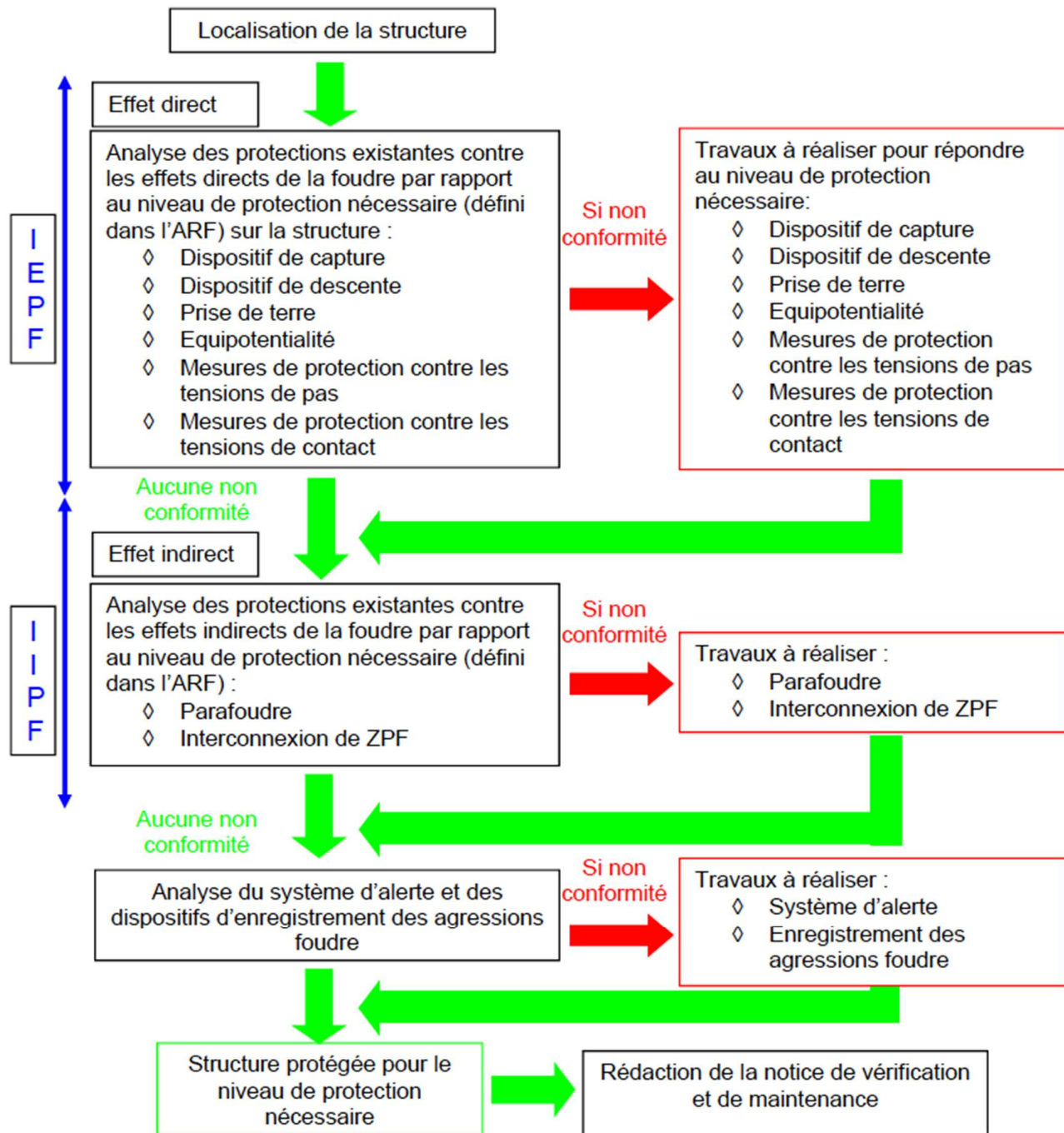
L'étude technique ci-après se base sur les conclusions de l'ARF ainsi que les informations et plans fournis par la société **AIRELLES ENVIRONNEMENT**.

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

Documents	Auteur	Référence	Fourni
Analyse du Risque Foudre	1G Foudre	1GF1350 indice B	✓
Étude de dangers	-	-	✗
Rubriques ICPE	AIRELLES ENVIRONNEMENT	-	✓
Liste des MMR	-	-	✗
Plans de masse	LES ATELIERS 4+	N°302 du 02/03/2023	✓
Plans de coupes/façades	LES ATELIERS 4+	N°320 du 14/02/2023	✓
Plans d'ensemble	LES ATELIERS 4+	N°361 du 17/02/2023	✓
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	-	-	✗
Synoptique courant fort/faible	-	-	✗
Dossier de Zonage ATEX	-	-	SO

Chapitre 2 MÉTHODOLOGIE

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



Chapitre 3 SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

Récapitulatif des résultats de l'Analyse du Risque Foudre

L'Analyse du Risque Foudre a été réalisée par **nos soins** (rapport n°**1GF1350 indice B** du **02/03/2023**) conformément à la norme NF EN 62305-2.

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

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

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

Chapitre 4 INSTALLATIONS DE PROTECTION Foudre EXISTANTES

4.1 INSTALLATION EXTÉRIEURE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

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

4.2 INSTALLATION INTÉRIEURE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

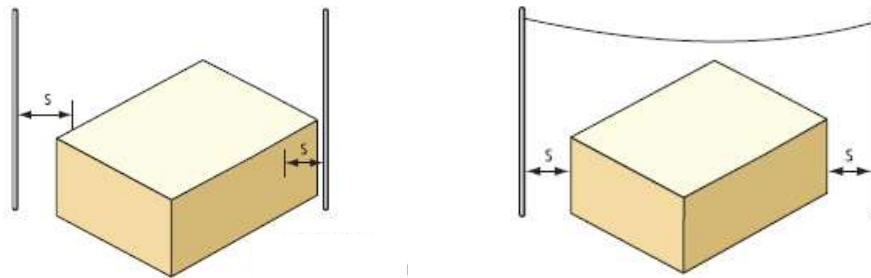
Le site ne dispose pas d'installation intérieure de protection contre la foudre (projet).

Chapitre 5 PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS

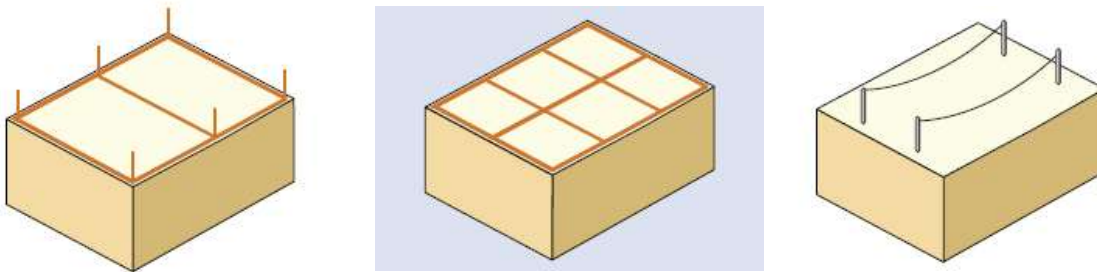
5.1 GÉNÉRALITÉS SUR LES IEPF

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

- **Installation isolée** : les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière que le trajet du courant de foudre maintienne une distance de séparation adéquate pour éviter les étincelles dangereuses (dans le cas de parois combustibles, de risque d'explosion et d'incendie, de contenus sensibles au champ électromagnétiques de foudre).



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



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

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

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

5.2 LES DIFFÉRENTS TYPE D'IEPF

5.2.1 PROTECTION PASSIVE

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

Ils peuvent être constitués par une combinaison des composants suivants :

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

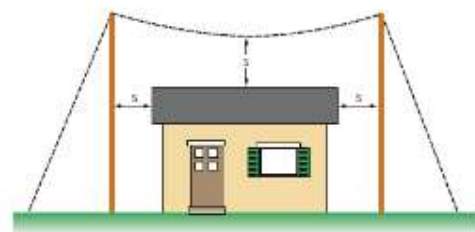
Ces composants doivent être installés aux coins, aux points exposés et sur les rebords suivant 3 méthodes :

1. Fils tendus

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

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

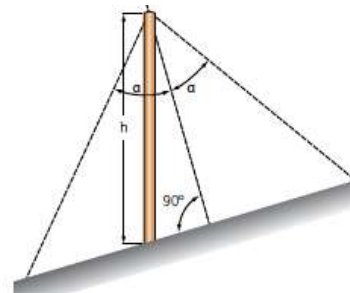
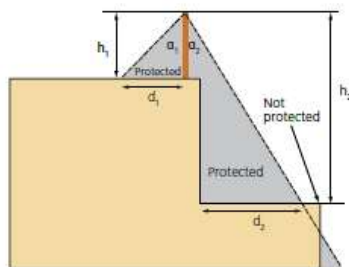
L'installation de fils tendus doit tenir compte de la tenue mécanique, de la nature de l'installation et des distances d'isolement.



2. Paratonnerre à tige simple

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

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



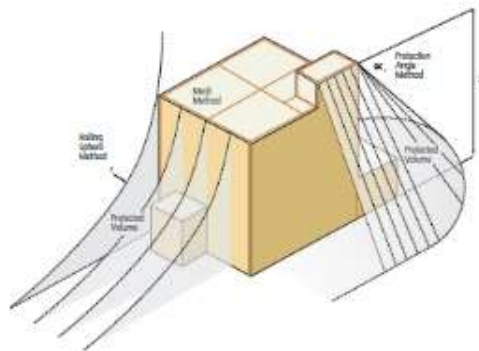
Détermination de l'angle de protection en fonction de la hauteur de la tige du paratonnerre et du niveau de protection.

3. Cages maillées

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

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

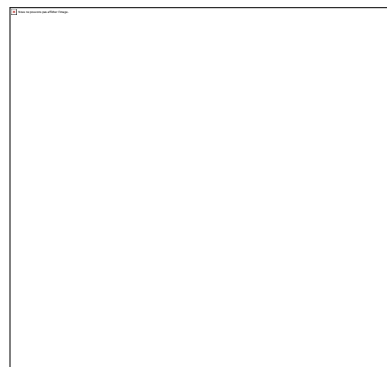
La largeur des mailles en toiture et la distance moyenne entre deux descentes dépendent du niveau de protection requis sur le bâtiment.



5.2.2 PROTECTION ACTIVE

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

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



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

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

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

5.3 TRAVAUX À RÉALISER

5.3.1 NIVEAU DE PROTECTION

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

NIVEAU IV (ICPE)

5.3.2 CHOIX DU TYPE DE PROTECTION

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

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

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

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

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

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

5.3.3 IEPF A METTRE EN PLACE

Les travaux à réaliser sont les suivants :

Dispositif de capture

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

Circuits de descente

- Installation de **6 conducteurs de descente** conformément à la norme NF C 17-102.
- Réalisation des circuits de descente et de mutualisation à l'aide de conducteurs normalisés, fixés tous les 33cm à l'aide de supports adaptés à la toiture ;
- Mise en place, au bas de chaque conducteur de descente, d'un **joint de contrôle** permettant la mesure de la prise de terre et d'une **gaine de protection** en acier inoxydable afin de protéger le conducteur sur une hauteur de 2 mètres contre d'éventuels chocs mécaniques ;
- Mise en place, sur le circuit de descente le plus direct à la terre, d'un **compteur de coups de foudre** afin de comptabiliser le nombre réel d'impacts sur l'installation ;
- Mise en place d'une **pancarte d'avertissement** au niveau de chaque gaine de protection afin de réduire les risques de lésions dus aux tensions de contact et de pas ;
- Respect des **distances de séparation**. Si nécessaire, réalisation des **liaisons équipotentielles** en conducteur normalisé entre les conducteurs de descente et les masses métalliques à proximité (voir calcul distance de séparation « s »).

Prises de terre

- Réalisation de **6 prises de terre de type A** (résistance inférieure à 10 Ω) constituées d'un ensemble de piquets reliés entre eux par un conducteur normalisé ;
 - *La réalisation de prise de terre de type B pourra également être envisagée dans le cas où le circuit de terre à fond de fouille soit en cuivre nue de section 50 mm².*
- Mise en place, pour chaque prise de terre, d'un **regard de visite** afin de permettre l'isolement et la mesure de la valeur ohmique de la prise de terre paratonnerre ;
- Réalisation d'une **interconnexion** entre les prises de terre paratonnerre et le réseau de terre des masses du bâtiment en conducteur normalisé.

RÈGLES D'INSTALLATION

Conducteur de descente :

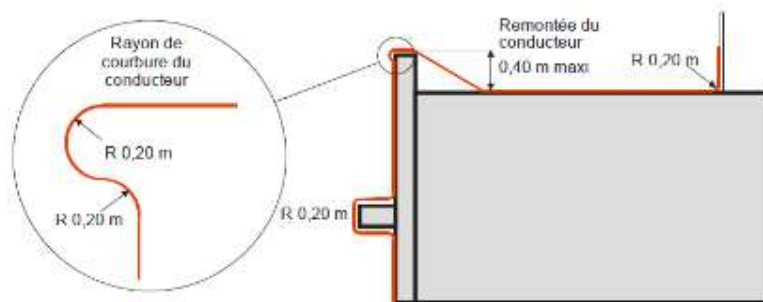
Selon la norme NFC 17-102, les PDA doivent être connectés à au moins deux conducteurs de descente. Néanmoins, la norme NFC 17-102 version 2011 nous indique que lorsque plusieurs PDA se trouvent sur le même bâtiment, les conducteurs de descente peuvent être mutualisés. Ainsi, s'il y a n PDA sur le toit,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

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

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

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

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



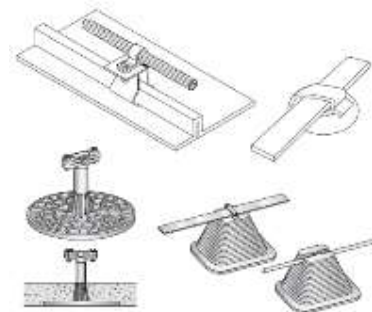
Prévoir des réservations dans les acrotères pour le passage des conducteurs si les remontées sont supérieures à 40cm.

Fixation du conducteur de descente :

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

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

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



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

Distance de séparation :

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

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

	PDA 1/2/5	PDA 3	PDA 4	PDA 6
Distance de séparation (air)	0,45 m	1,35 m	2,4 m	0,9 m
Distance de séparation (béton)	0,9 m	2,7 m	4,8 m	1,8 m

Les feuilles de calcul sont présentées en annexe 1.

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

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

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

Matériaux et dimensions :

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

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

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

Joint de contrôle / Borne de coupure :

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

Les joints de contrôle sont en général installés sur les conducteurs de descente en partie basse juste au-dessus de la gaine de protection.

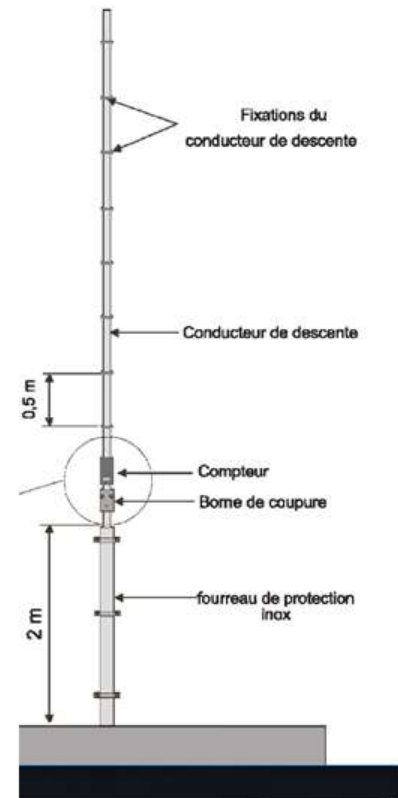
Pour les conducteurs de descente installés sur des parois métalliques ou les SPF non équipés de conducteurs de descente spécifiques, des joints de contrôle doivent être insérés entre chaque prise de terre et l'élément métallique auquel la prise de terre est connectée. Ils sont alors installés à l'intérieur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

Compteur de coup de foudre :

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

- Un compteur de coups de foudre sur le conducteur de descente le plus direct du paratonnerre ;
- Un compteur de coups de foudre au niveau du parafoudre type 1 ;
- Un abonnement de télécomptage à MÉTÉORAGE.

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



Prise de terre :

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

Au total, **6 prises de terre type A** devront être créées afin de relier les installations à la terre.

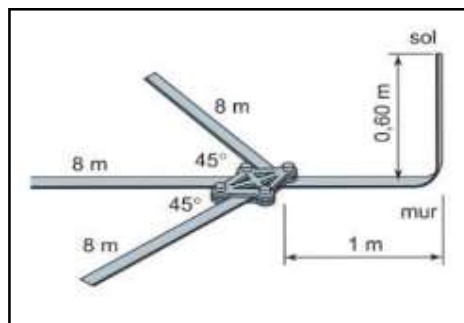
Elles devront satisfaire les exigences suivantes :

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

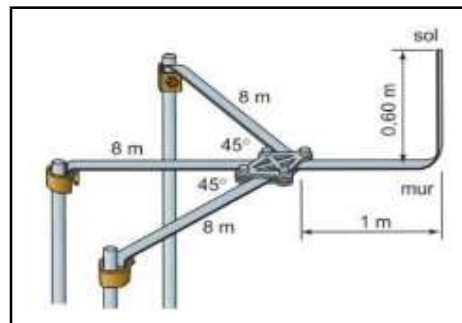
Trois configurations sont possibles pour réaliser une prise de terre type A :

Patte d'oie (type A1)

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



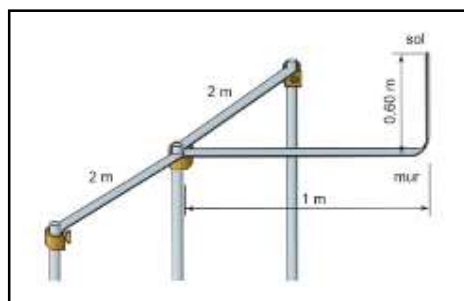
Forme « patte d'oie »



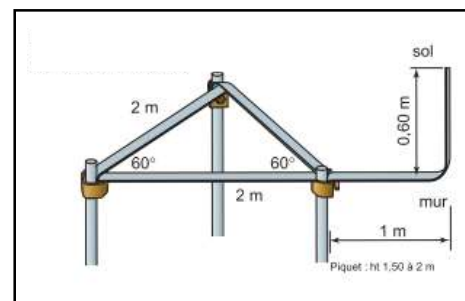
Forme « patte d'oie améliorée »

Prise de terre en ligne ou triangle (type A2)

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



Forme « en ligne »



Forme « en triangle »

Configuration de la prise de terre Type B :

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

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

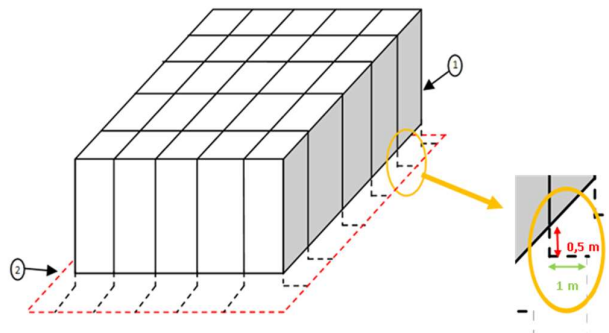


Schéma de principe « prise de terre type B »

Les matériaux et dimensions des électrodes de terre devront respectés les prescriptions de la norme NF EN 62561-6. Le tableau ci-dessous extrait de cette norme donne des exemples de matériau, configuration et dimensions minimales des électrodes de terre :

Matériau	Configuration	Dimensions minimales	
		Électrode de terre	Conducteur de terre
Cuivre	Torsadé, rond plein, plaquer pleine (épaisseur min. 2 mm)		50 mm ²
	Rond plein	ø15 mm	
	Tuyau (épaisseur 2 mm)	ø20 mm	
Acier	Rond plein galvanisé	ø 16 mm	ø 10 mm
	Tube galvanisé	ø 25 mm	
Acier inoxydable	Rond plein	ø 15 mm	ø 10 mm

Dispositions complémentaires

Lorsque la résistivité élevée du sol empêche d'obtenir une résistance de prise de terre inférieure à 10Ω 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 10Ω , il peut être considéré que la prise de terre de Type A assure un écoulement acceptable du courant de foudre lorsqu'elle comprend une longueur totale d'électrode enterrée d'au moins :

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

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

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

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

Équipotentialités des prises de terre

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

Conditions de proximité

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

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

Tension de contact et de pas

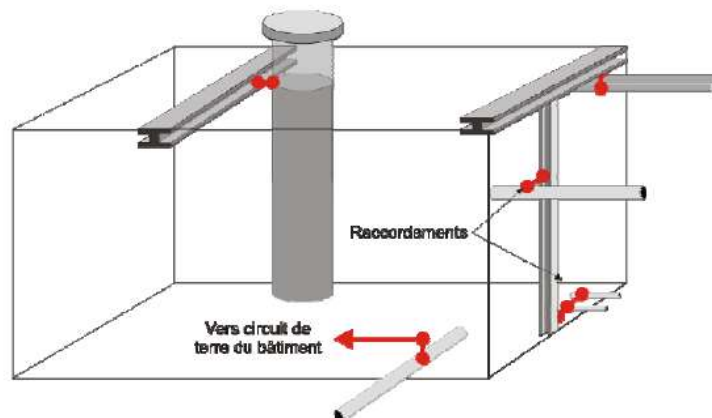
Pour limiter le phénomène des tensions de pas et de contact à proximité des descentes, le maître d'œuvre doit prévoir l'une des solutions suivantes :

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

Protection des canalisations métalliques entrantes

Les canalisations métalliques (eau, gaz, sprinkler...) devront être raccordées au réseau de terre du bâtiment et ceci à leurs points de pénétration et par l'intermédiaire d'un conducteur normalisé NF EN 62 305 (voir section dans le tableau ci-dessous).

Type de SPF	Matériau	Section mm ²
I à IV	Cuivre	5
	Aluminium	8
	Acier	16



Chapitre 6 PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS

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

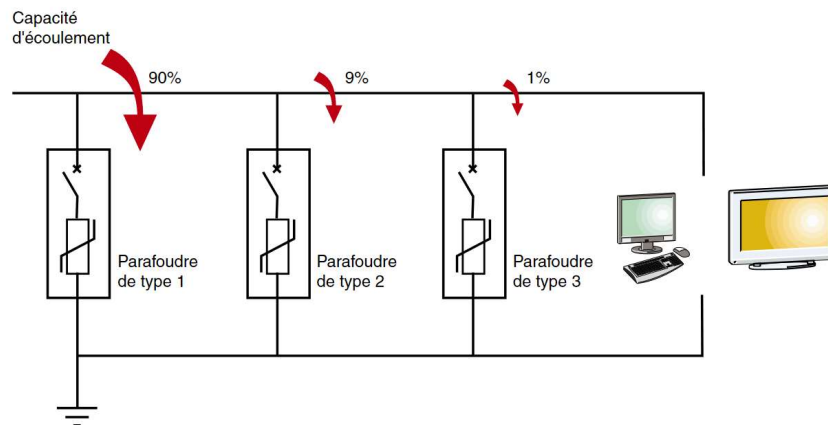
NIVEAU IV

6.1 GÉNÉRALITÉS SUR LES IIPF

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

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

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



6.2 LES DIFFÉRENTS TYPES DE PARAFOUDRES

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

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

6.3 PROTECTION DES COURANTS FORTS

6.3.1 DÉTERMINATIONS DES CARACTÉRISTIQUES DES PARAFONDRES

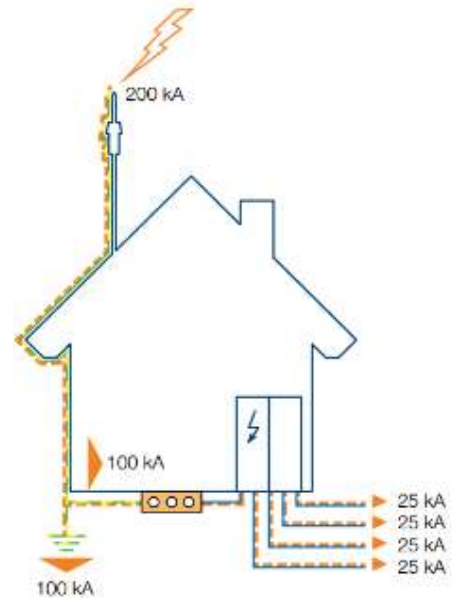
6.3.1.1 PARAFONDRE TYPE 1

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

Ces parafoudres doivent être soumis aux essais de classe I, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350 µs, représentatives du courant de foudre généré lors d'un impact direct.

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

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



Calcul du courant I_{imp} des parafoudres de type 1 :

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

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

Le niveau de protection calculé dans l'Analyse du Risque Foudre conduit à déterminer le courant foudre que doit pouvoir écouler le parafoudre. Ce courant est donné par la formule suivante :

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

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

Nous retenons donc les valeurs suivantes :

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

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

- Nombre de pôles n : 5 (par défaut)

Régime du neutre à définir, 5 pôles (3 phases, 1 neutre, 1PE) par câble.

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

Niveau IV

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

On retrouve ainsi les résultats suivants :

Courant de choc I_{imp} en onde 10/350 $\mu s \geq 12,5\ kA^*$

* Valeur minimum imposée par la norme NF EN 62 305.

Niveau de protection $U_p \leq 2,5\ kV^*$

* Valeur maximale à l'origine d'une installation.

Caractéristiques des parafoudres type 1/1+2 :

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

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

Up \leq 1,5 kV pour un Type 1+2 ;

- Forme onde du courant : **10/350 μ s** ;
- Signalisation de défaut en face avant ;
- Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

Liste des parafoudres de type 1/1+2 à installer :

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

6.3.1.2 PARAFoudre TYPE 2

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

Il est donc obligatoire de prévoir l'installation, au niveau des armoires secondaires ou TD alimentant des équipements liés au MMR des parafoudres Type 2 conformément à la norme NF EN 62305-4.

Choix du courant nominal de décharge (In) :

A l'origine d'une installation alimentée par le réseau de distribution publique, le courant nominal de décharge (In) recommandé est de 5 kA (en onde 8/20 µs) pour les parafoudres Type 2.

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

Évaluation du niveau d'exposition aux surtensions de foudre :

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

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

- **Nk** (Niveau céramique local) = **10,5**
- **LBT** est la longueur en Km de la ligne basse tension « BT » alimentant l'installation.
(Pour information, pour des valeurs supérieures ou égales à 0,5 km, on retiendra une valeur → LBT = 0,5).
- **δ** est un coefficient prenant en compte la situation de la ligne et celle du bâtiment. La valeur du coefficient retenue est donnée dans le Tableau 2 du guide UTE C 15-443 :

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

Application de la formule :

$$F = 10,5 \times (1,6 + (2 \times 0,5) + 0,5)$$

$$\text{Soit : } F = 32,55$$

Le paramètre F est donc égal à 32,55 pour ce site.

Le Tableau 6 du guide UTE C 15-443 permet d'optimiser le choix de I_n en fonction du paramètre F :

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

Conformément au guide UTE C 15-443, à Le courant nominal de décharge minimum (I_n) retenu pour les parafoudres Type 2 sur ce site est de **5 kA** au minimum.

Choix du niveau de protection (U_p) :

Le niveau de protection en tension (U_p) est le paramètre le plus important pour caractériser le parafoudre. Il indique le niveau de surtension aux bornes du parafoudre.

Le niveau de protection en tension (U_p) du parafoudre doit être coordonné à la tension de tenue aux chocs du matériel à protéger.

Niveau de protection $U_p \leq 1,5$ kV (sous $I_n = 5$ kA)

* Conformément à la norme NF C 15-100 pour des armoires secondaires.

Caractéristiques des parafoudres type 2 :

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

- Régime de neutre : **A définir** ;
- Tension maximale en régime permanent : **$U_c = A$ définir** ;
- Intensité nominale de décharge (en onde 8/20 μ s) : **$I_n \geq 5$ kA** ;
- Niveau de protection : **$U_p = 1,5$ kV** ;
- Intensité maximale de décharge (en onde 8/20 μ s) : **$I_{max} \geq 10$ kA** ;
- Forme onde du courant : **8/20 μ s** ;
- Signalisation de défaut en face avant ;
- Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

NOTA : L'installation des parafoudres de type 2 devra impérativement respecter les recommandations du guide UTE C 15-443 et respecter une homogénéité des marques afin d'assurer la coordination entre les parafoudres.

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

NOTA : L'installation des parafoudres devra impérativement respecter les recommandations du guide UTE C 15-443 et respecter une homogénéité des marques afin d'assurer la coordination entre les parafoudres.

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

6.3.2 RACCORDEMENT

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

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

Ainsi la longueur L1, L2 et L3 de la règle des «50 cm » impactent directement la tension aux bornes de l'installation pendant le coup de foudre.

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

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

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

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

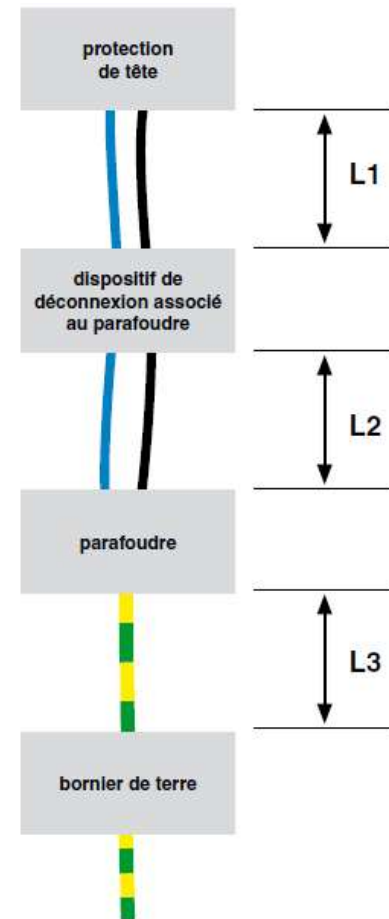
La mise en œuvre doit être réalisée conformément au guide UTE C 15-443.

6.3.3 DISPOSITIF DE DÉCONNEXION

Il est prévu un dispositif de protection contre les courants de défaut et les surintensités (Fusibles HPC, disjoncteur...). Ce dispositif sera dimensionné par l'installateur (**note de calculs à l'appui**). Afin de **privilégier la continuité des installations électriques**, les dispositifs de protection des parafoudres respecteront **les règles de sélectivité et devront avoir un pouvoir de coupure supérieur à l'ICC au point de l'installation**.

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

L'installateur devra dimensionner le dispositif de protection en fonction du guide INERIS « *Choix et installation des déconnecteurs pour les parafoudres BT de Type 1* » et des recommandations des fabricants de parafoudres.



6.4 PROTECTION DES COURANTS FAIBLES

Les parafoudres « courants faibles » seront conformes, entre autres, à la norme : NF EN 61643-21 et -22 qui définit les prescriptions de fonctionnement et les méthodes d'essais de ces parafoudres.

Le paramètre "tension de limitation impulsionnelle" quantifie la surtension résiduelle en aval du parafoudre lorsqu'il est sollicité par une surtension. Concernant ce paramètre, les essais les plus représentatifs des coups de foudre sont :

- Les essais de **catégorie D** pour les effets directs de la foudre (onde de courant 10/350µs) correspondent aux parafoudres qui doivent être installés sur les services entrants.
- Les essais de **catégorie C** pour les effets induits de la foudre (onde de courant 8/20µs).

Les parafoudres courants faibles choisis devront être adaptés au niveau de protection nécessaire, ainsi qu'au type de signal transitant sur la liaison. Des essais devront être réalisés pour vérifier que la transmission du signal n'est pas perturbée suite à la mise en place de parafoudres.

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

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

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

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

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

Chapitre 7 PRÉVENTION DU PHÉNOMÈNE ORAGEUX

7.1 PROTECTION CONTRE LES TENSIONS DE CONTACT ET DE PAS

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

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

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

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

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

7.2 DÉTECTION D’ORAGE

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

- Soit un service local de détection des orages et/ou fronts orageux par réseau national METEORAGE ;
- Soit un système local de détection par moulin à champ.

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

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

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

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

7.3 PROCÉDURE

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

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

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

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

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

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

Chapitre 8 RÉALISATION DES TRAVAUX

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

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

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

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

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



« Installation de paratonnerres et parafoudres ».

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

La marque  :

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

Le label QUALIFOUDRE permet aux professionnels de la foudre de répondre aux exigences réglementaires de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 (JOE du 5 août 2011).

L'installation doit être conforme à l'étude technique. Il convient de mettre à jour cette dernière, lorsque l'installation impose des modifications des prescriptions.

Chapitre 9 VÉRIFICATIONS DES INSTALLATIONS

9.1 VÉRIFICATION INITIALE

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

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

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

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

9.2 VÉRIFICATION PÉRIODIQUE

L'arrêté du 4 octobre 2010 modifié stipule que l'installation de protection foudre doit être contrôlée par un organisme compétent selon la périodicité ci-dessous :

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

NOTE Pour les structures avec risque d'explosion, une vérification complète est suggérée tous les 6 mois. Il convient d'effectuer une vérification complète une fois par an.

Une exception acceptable à l'essai annuel peut être un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des mesures de prise de terre en diverses saisons.

Toutes les vérifications sont réalisées conformément à la **Notice de Vérification et Maintenance**. Celle-ci n'ont pas pour objet de statuer sur la pertinence de l'analyse du risque foudre ou de l'étude technique.

Chaque vérification périodique doit faire l'objet d'un rapport détaillé reprenant l'ensemble des constatations et précisant les mesures correctives à prendre.

Tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre (modification, vérification, coup de foudre, opération de maintenance...) sont consignés dans le **Carnet de bord**. Les enregistrements des agressions de la foudre sont datés et si possible localisés sur le site.

Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts, il convient d'y remédier dans les meilleurs délais afin de maintenir l'efficacité optimale du système de protection contre la foudre.

9.3 VÉRIFICATION SUPPLÉMENTAIRE

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

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

Toutes ces vérifications devront être annotées dans le **Carnet de Bord** mis à disposition du vérificateur, inspecteur, etc.

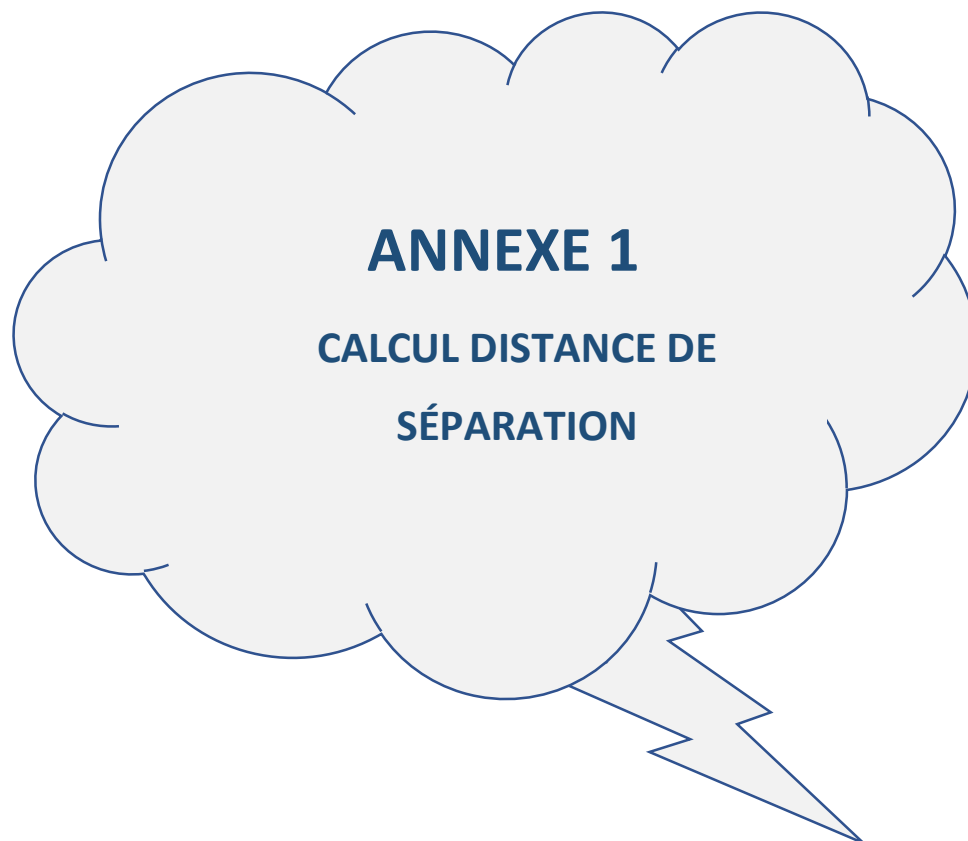
9.4 MAINTENANCE

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

Chapitre 10 BILAN DES TRAVAUX À RÉALISER

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

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



Distance de séparation :

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

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

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

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

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

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

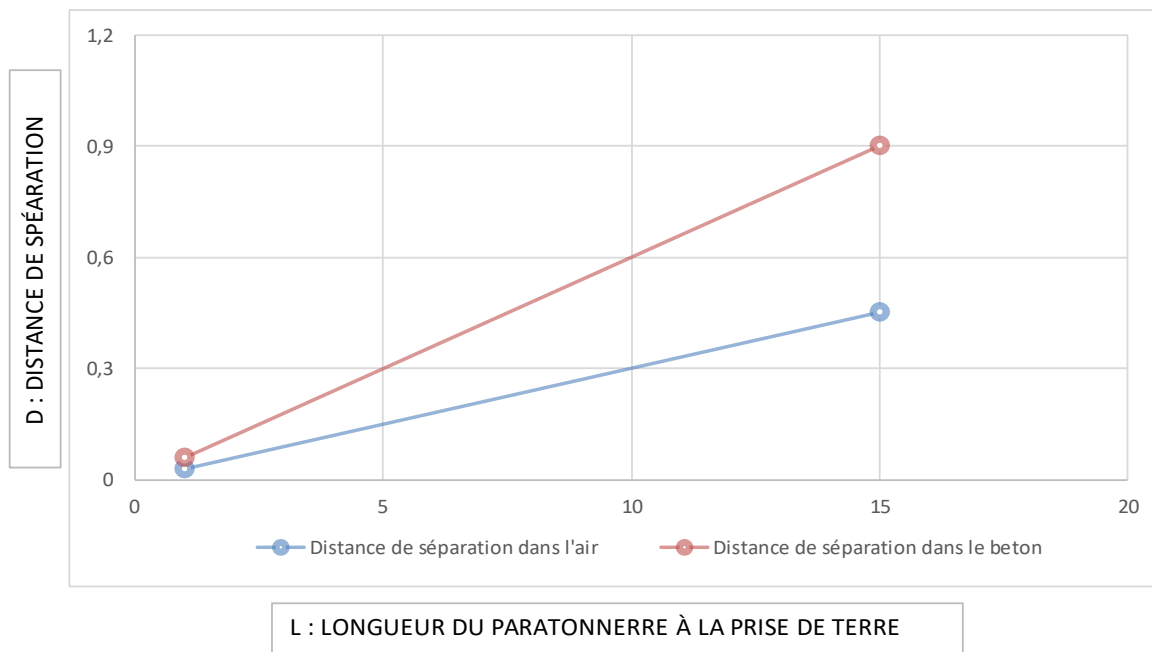
Matériau	k_m
Air	1
Béton, briques	0,5

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

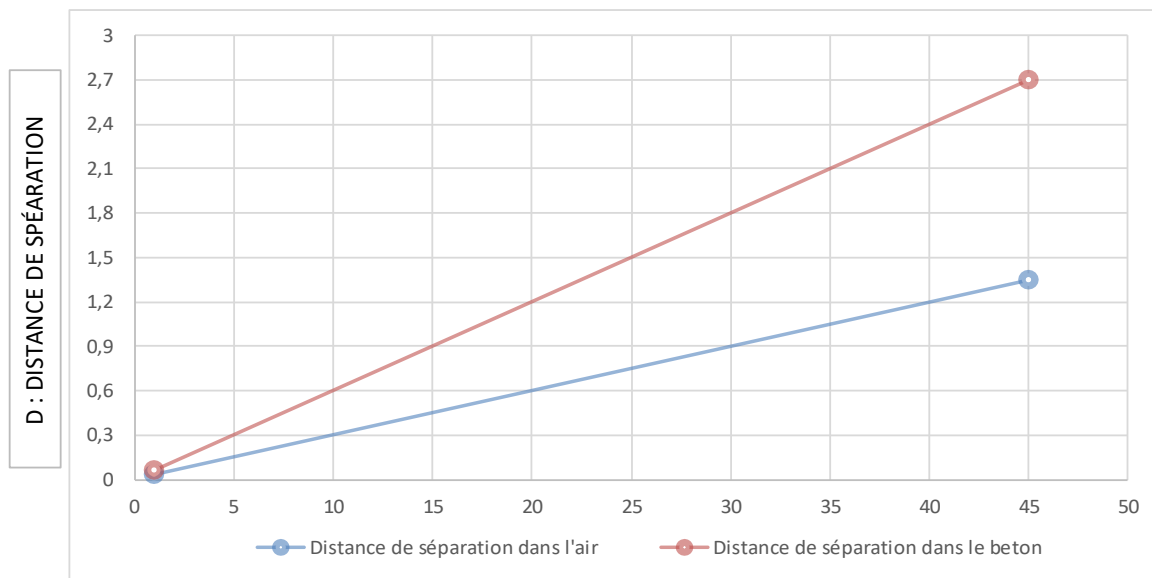
Nombre de conducteurs de descente n	k_c
1	1
2	0,75
3	0,60
4 et plus	0,41

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

CALCUL DISTANCE SÉPARATION PDA 1/2/5																			
Dénomination	coef	valeurs à encoder																	
Coefficient k_i																			
dépend du type de SPF choisi: coefficient d' <u>induction</u>	$k_i =$	0,04																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Niveau de protection</th> <th>k_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">I</td> <td align="center">0,08</td> </tr> <tr> <td align="center">II</td> <td align="center">0,06</td> </tr> <tr> <td align="center">III et IV</td> <td align="center">0,04</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau de protection	k_i	I	0,08	II	0,06	III et IV	0,04											
Niveau de protection	k_i																		
I	0,08																		
II	0,06																		
III et IV	0,04																		
Coefficient k_c																			
Calcul de k_c si terre type A	$k_c =$	0,75																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de conducteurs de descente n</th> <th colspan="2">k_c</th> </tr> <tr> <th>Disposition de terre de type A1 ou A2</th> <th>Disposition de terre de type B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">1</td> <td align="center">1</td> <td align="center">1</td> </tr> <tr> <td align="center">2</td> <td align="center">0,75 ^{c)}</td> <td align="center">1... 0,5 ^{a)}</td> </tr> <tr> <td align="center">3</td> <td align="center">0,60 ^{b,c)}</td> <td align="center">1... 1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> <tr> <td align="center">4 et plus</td> <td align="center">0,41 ^{b,c)}</td> <td align="center">1... 1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">a) Voir l'Annexe E b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées. c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$.</p> <p style="font-size: x-small;">NOTE : D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.</p>	Nombre de conducteurs de descente n	k_c		Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B	1	1	1	2	0,75 ^{c)}	1... 0,5 ^{a)}	3	0,60 ^{b,c)}	1... 1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}	4 et plus	0,41 ^{b,c)}	1... 1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}		
Nombre de conducteurs de descente n		k_c																	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B																	
1	1	1																	
2	0,75 ^{c)}	1... 0,5 ^{a)}																	
3	0,60 ^{b,c)}	1... 1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
4 et plus	0,41 ^{b,c)}	1... 1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
Coefficient k_m																			
Dépend du matériau de séparation: coefficient lié au <u>matériau</u>																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Matériau</th> <th>k_m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">Air</td> <td align="center">1</td> </tr> <tr> <td align="center">Béton, briques</td> <td align="center">0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Matériau	k_m	Air	1	Béton, briques	0,5													
Matériau	k_m																		
Air	1																		
Béton, briques	0,5																		
Coefficient l																			
Distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie et la ceinture équipotentielle la plus proche.	$l =$	15																	
Calcul de s																			
	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$																		
Distance maximale (en mètre) à respecter dans l'<u>AIR</u>	$s =$	0,450																	
Distance maximale (en mètre) à respecter dans le <u>BÉTON</u>	$s =$	0,900																	

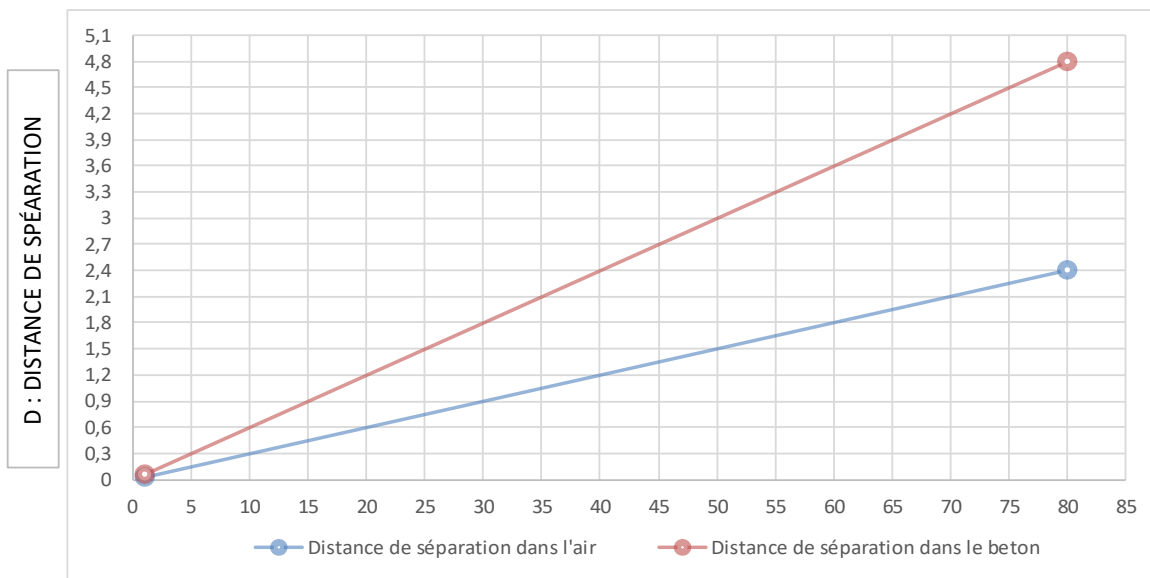


CALCUL DISTANCE SÉPARATION PDA 3																			
Dénomination	coef	valeurs à encoder																	
Coefficient k_i																			
dépend du type de SPF choisi: coefficient d' <u>induction</u>	$k_i =$	0,04																	
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Niveau de protection</th> <th>k_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td align="center">0,08</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td align="center">0,06</td> </tr> <tr> <td>III et IV</td> <td align="center">0,04</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau de protection	k_i	I	0,08	II	0,06	III et IV	0,04											
Niveau de protection	k_i																		
I	0,08																		
II	0,06																		
III et IV	0,04																		
Coefficient k_c																			
Calcul de k_c si terre type A	$k_c =$	0,75																	
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de conducteurs de descente n</th> <th colspan="2">k_c</th> </tr> <tr> <th>Disposition de terre de type A1 ou A2</th> <th>Disposition de terre de type B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">1</td> <td align="center">1</td> <td align="center">1</td> </tr> <tr> <td align="center">2</td> <td align="center">0,75 ^{c)}</td> <td align="center">1... 0,5 ^{a)}</td> </tr> <tr> <td align="center">3</td> <td align="center">0,60 ^{b,c)}</td> <td align="center">1...1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> <tr> <td align="center">4 et plus</td> <td align="center">0,41 ^{b,c)}</td> <td align="center">1...1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">a) Voir l'Annexe E b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées. c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$.</p> <p style="font-size: x-small;">NOTE : D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.</p>	Nombre de conducteurs de descente n	k_c		Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B	1	1	1	2	0,75 ^{c)}	1... 0,5 ^{a)}	3	0,60 ^{b,c)}	1...1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}	4 et plus	0,41 ^{b,c)}	1...1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}		
Nombre de conducteurs de descente n		k_c																	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B																	
1	1	1																	
2	0,75 ^{c)}	1... 0,5 ^{a)}																	
3	0,60 ^{b,c)}	1...1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
4 et plus	0,41 ^{b,c)}	1...1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
Coefficient k_m																			
Dépend du matériau de séparation: coefficient lié au <u>matériau</u>																			
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Matériau</th> <th>k_m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">Air</td> <td align="center">1</td> </tr> <tr> <td align="center">Béton, briques</td> <td align="center">0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Matériau	k_m	Air	1	Béton, briques	0,5													
Matériau	k_m																		
Air	1																		
Béton, briques	0,5																		
Coefficient l																			
Distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie et la ceinture équipotentielle la plus proche.	$l =$	45																	
Calcul de s																			
	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$																		
Distance maximale (en mètre) à respecter dans l'AIR	$s =$	1,350																	
Distance maximale (en mètre) à respecter dans le BÉTON	$s =$	2,700																	



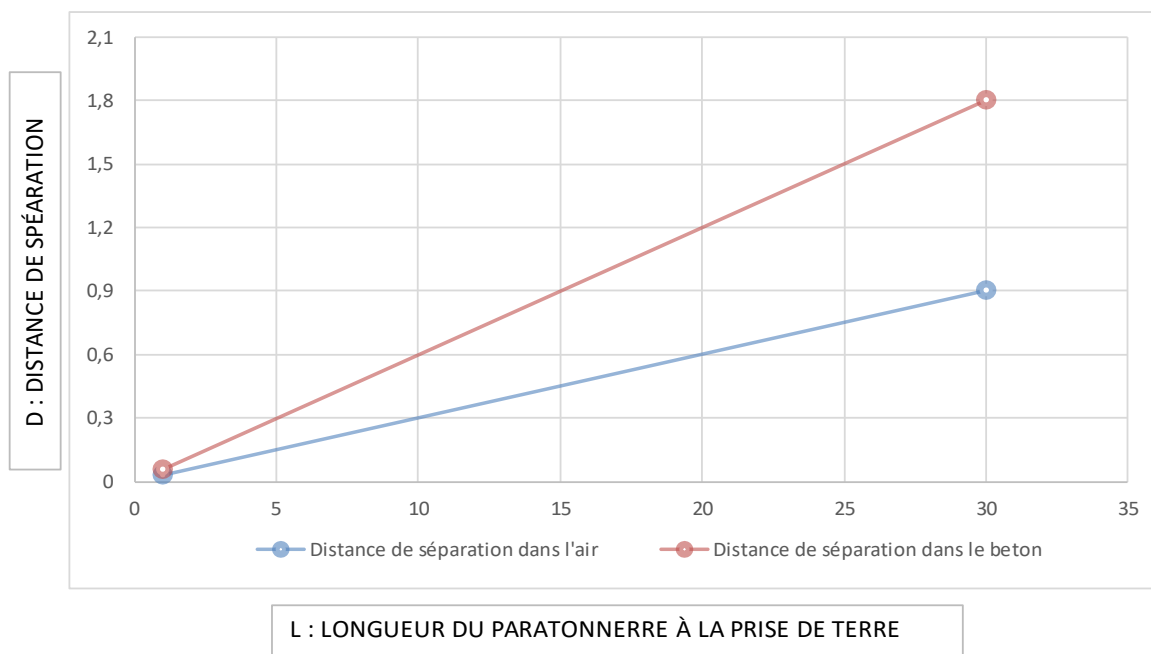
L : LONGUEUR DU PARATONNERRE À LA PRISE DE TERRE

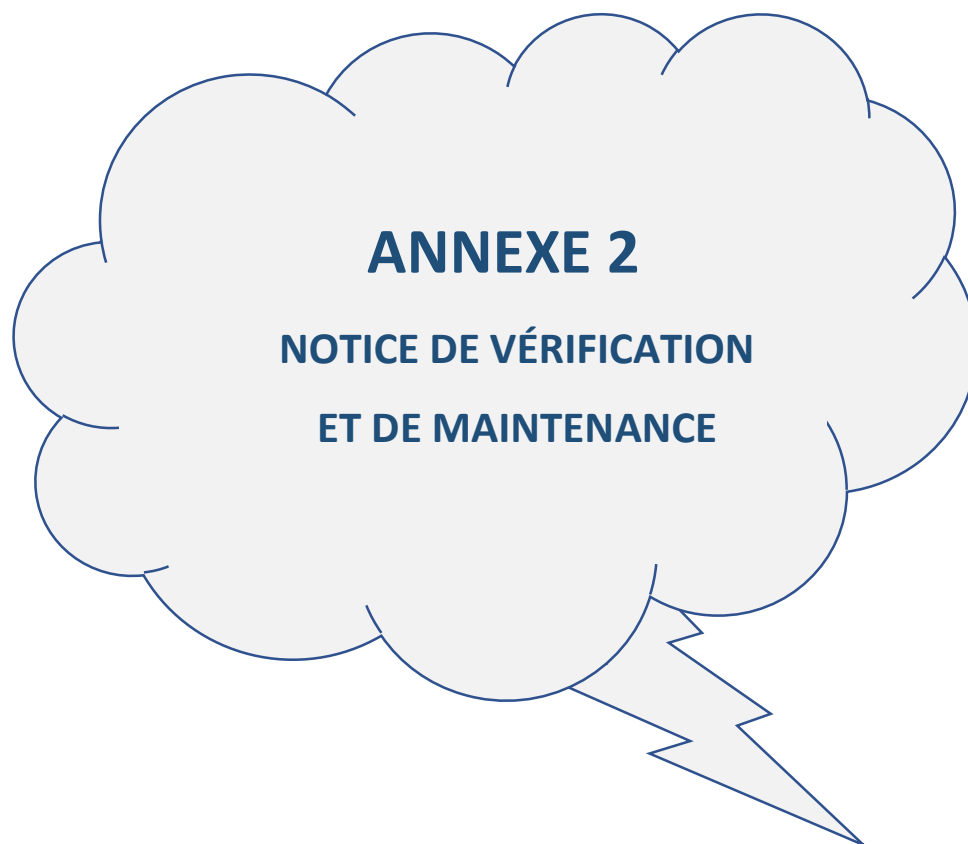
CALCUL DISTANCE SÉPARATION PDA 4																			
Dénomination	coef	valeurs à encoder																	
Coefficient k_i																			
dépend du type de SPF choisi: coefficient d' <u>induction</u>	$k_i =$	0,04																	
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Niveau de protection</th> <th>k_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">I</td> <td align="center">0,08</td> </tr> <tr> <td align="center">II</td> <td align="center">0,06</td> </tr> <tr> <td align="center">III et IV</td> <td align="center">0,04</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau de protection	k_i	I	0,08	II	0,06	III et IV	0,04											
Niveau de protection	k_i																		
I	0,08																		
II	0,06																		
III et IV	0,04																		
Coefficient k_c																			
Calcul de k_c si terre type A	$k_c =$	0,75																	
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de conducteurs de descente n</th> <th colspan="2">k_c</th> </tr> <tr> <th>Disposition de terre de type A1 ou A2</th> <th>Disposition de terre de type B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">1</td> <td align="center">1</td> <td align="center">1</td> </tr> <tr> <td align="center">2</td> <td align="center">0,75 ^{c)}</td> <td align="center">1... 0,5 ^{a)}</td> </tr> <tr> <td align="center">3</td> <td align="center">0,60 ^{b,c)}</td> <td align="center">1...1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> <tr> <td align="center">4 et plus</td> <td align="center">0,41 ^{b,c)}</td> <td align="center">1...1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">a) Voir l'Annexe E b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées. c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$.</p> <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">NOTE : D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.</p>	Nombre de conducteurs de descente n	k_c		Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B	1	1	1	2	0,75 ^{c)}	1... 0,5 ^{a)}	3	0,60 ^{b,c)}	1...1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}	4 et plus	0,41 ^{b,c)}	1...1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}		
Nombre de conducteurs de descente n		k_c																	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B																	
1	1	1																	
2	0,75 ^{c)}	1... 0,5 ^{a)}																	
3	0,60 ^{b,c)}	1...1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
4 et plus	0,41 ^{b,c)}	1...1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
Coefficient k_m																			
Dépend du matériau de séparation: coefficient lié au <u>matériau</u>																			
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Matériau</th> <th>k_m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">Air</td> <td align="center">1</td> </tr> <tr> <td align="center">Béton, briques</td> <td align="center">0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Matériau	k_m	Air	1	Béton, briques	0,5													
Matériau	k_m																		
Air	1																		
Béton, briques	0,5																		
Coefficient l																			
Distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie et la ceinture équipotentielle la plus proche.	$l =$	80																	
Calcul de s																			
	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$																		
Distance maximale (en mètre) à respecter dans l'AIR	$s =$	2,400																	
Distance maximale (en mètre) à respecter dans le BÉTON	$s =$	4,800																	



L : LONGUEUR DU PARATONNERRE À LA PRISE DE TERRE



CALCUL DISTANCE SÉPARATION PDA 6																			
Dénomination	coef	valeurs à encoder																	
Coefficient k_i																			
dépend du type de SPF choisi: coefficient d' <u>induction</u>	$k_i =$	0,04																	
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Niveau de protection</th> <th>k_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">I</td> <td align="center">0,08</td> </tr> <tr> <td align="center">II</td> <td align="center">0,06</td> </tr> <tr> <td align="center">III et IV</td> <td align="center">0,04</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau de protection	k_i	I	0,08	II	0,06	III et IV	0,04											
Niveau de protection	k_i																		
I	0,08																		
II	0,06																		
III et IV	0,04																		
Coefficient k_c																			
Calcul de k_c si terre type A	$k_c =$	0,75																	
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de conducteurs de descente n</th> <th colspan="2">k_c</th> </tr> <tr> <th>Disposition de terre de type A1 ou A2</th> <th>Disposition de terre de type B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">1</td> <td align="center">1</td> <td align="center">1</td> </tr> <tr> <td align="center">2</td> <td align="center">0,75 ^{c)}</td> <td align="center">1... 0,5 ^{a)}</td> </tr> <tr> <td align="center">3</td> <td align="center">0,60 ^{b,c)}</td> <td align="center">1... 1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> <tr> <td align="center">4 et plus</td> <td align="center">0,41 ^{b,c)}</td> <td align="center">1... 1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">a) Voir l'Annexe E b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées. c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$.</p> <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">NOTE : D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.</p>	Nombre de conducteurs de descente n	k_c		Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B	1	1	1	2	0,75 ^{c)}	1... 0,5 ^{a)}	3	0,60 ^{b,c)}	1... 1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}	4 et plus	0,41 ^{b,c)}	1... 1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}		
Nombre de conducteurs de descente n		k_c																	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B																	
1	1	1																	
2	0,75 ^{c)}	1... 0,5 ^{a)}																	
3	0,60 ^{b,c)}	1... 1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
4 et plus	0,41 ^{b,c)}	1... 1/m (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
Coefficient k_m																			
Dépend du matériau de séparation: coefficient lié au <u>matériau</u>																			
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Matériau</th> <th>k_m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">Air</td> <td align="center">1</td> </tr> <tr> <td align="center">Béton, briques</td> <td align="center">0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Matériau	k_m	Air	1	Béton, briques	0,5													
Matériau	k_m																		
Air	1																		
Béton, briques	0,5																		
Coefficient l																			
Distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie et la ceinture équipotentielle la plus proche.	$l =$	30																	
Calcul de s																			
	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$																		
Distance maximale (en mètre) à respecter dans l'AIR	$s =$	0,900																	
Distance maximale (en mètre) à respecter dans le BÉTON	$s =$	1,800																	





NOTICE DE VÉRIFICATION & MAINTENANCE

AIRELLES ENVIRONNEMENT – PROJET ENTREPÔT COMBRONDE (63)

Adresse du site :		PROJET D'ENTREPÔT LOGISTIQUE Parc de l'Aize 63460 COMBRONDE	
Date de l'intervention :		Etude sur plans	
Rédigé par : Date : 02/03/2023		Zakari YAHIAOUI Chargé d'études Qualifoudre N1 04 28 29 64 58 z.yahiaoui@1g-group.com	
Validé par : Date : 02/03/2023		Benoît CHAILLOT Responsable BET Qualifoudre N3 – n°19005 07 67 21 96 34 b.chaillot@1g-group.com	

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
27/10/2022	A	Première diffusion
03/03/2023	B	Mise à jour suite à évolution du plan de masse

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

Chapitre 1 ORDRE DES VÉRIFICATIONS

1.1 PROCÉDURE DE VÉRIFICATION

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

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

1.2 VÉRIFICATION DE LA DOCUMENTATION TECHNIQUE

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

1.3 VÉRIFICATIONS VISUELLES

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

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

1.4 VÉRIFICATIONS COMPLÈTES

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

- Les essais de continuité des parties non visibles lors de la vérification initiale et qui ne peuvent être contrôlées par vérification visuelle ultérieurement ;
- Les valeurs de résistance de la prise de terre. Il convient d'effectuer des mesures de terre isolées ou associées et d'enregistrer les valeurs dans un rapport de vérification du SPF.

Remarques :

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

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

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

Les résultats des contrôles visuels des connexions des conducteurs et jonctions ou leur continuité électrique. Si la prise de terre n'est pas conforme à ces exigences ou si le contrôle de ces exigences n'est pas possible, faute d'informations, il convient d'améliorer la prise de terre par des électrodes complémentaires ou par l'installation d'un nouveau réseau de terre.

1.5 DOCUMENTATION DE LA VÉRIFICATION

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

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

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

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

Chapitre 2 MAINTENANCE

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

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

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

Une exception acceptable à l'essai annuel peut être un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des mesures de prise de terre en diverses saisons.

Tableau 1 : Périodicité selon le niveau de protection.

Les intervalles entre inspections donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour ce cas, l'arrêté du 19 juillet 2011 précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

2.1 REMARQUES GÉNÉRALES

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

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

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

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

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

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

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

2.2 PROCÉDURE DE MAINTENANCE

La fréquence des procédures de maintenance dépend :

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

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

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

Le programme de maintenance comporte les informations suivantes :

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

2.3 DOCUMENTATION DE MAINTENANCE

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

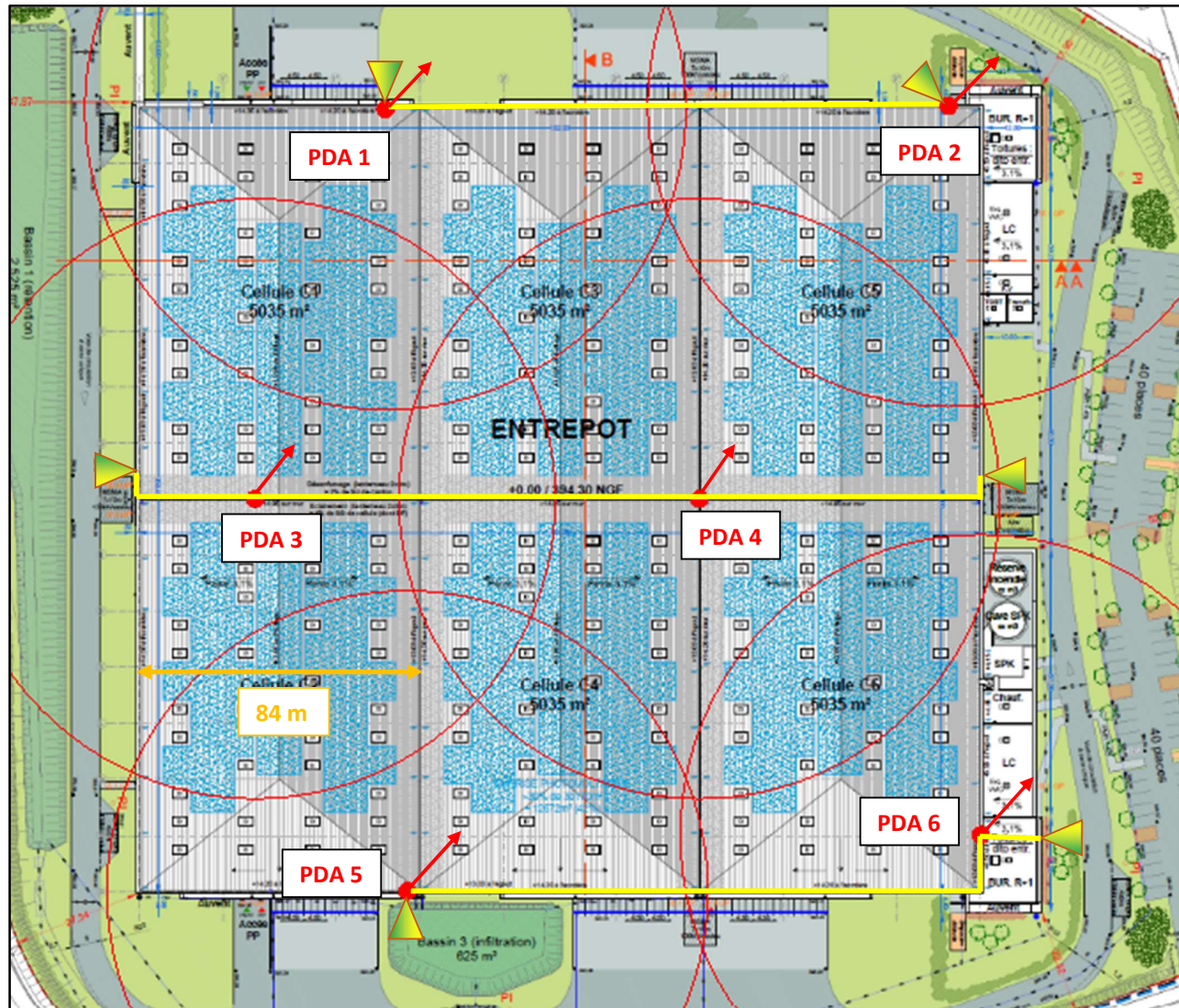
Ces enregistrements fournissent des moyens d'évaluation des composants et de l'installation du SPF.

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

Chapitre 3 DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE





3.1 INSTALLATIONS EXTÉRIEURES DE PROTECTION Foudre (IEPF)

3.1.1 Plan d'implantation du PDA



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

Légende :

	Position des paratonnerres à installer		Rayon de protection de 64 m
	Conducteur de descente à créer		Prise de terre à créer

3.1.2 Caractéristiques des dispositifs de capture

	Avance à l'amorçage Δt	Hauteur d'installation	Niveau de protection	Rayon de protection	Distance de séparation
PDA 1	60 μ s	5 m	IV (ICPE)	64 m	0,45 m
PDA 2	60 μ s	5 m	IV (ICPE)	64 m	0,45 m
PDA 3	60 μ s	5 m	IV (ICPE)	64 m	1,35 m
PDA 4	60 μ s	5 m	IV (ICPE)	64 m	2,4 m
PDA 5	60 μ s	5 m	IV (ICPE)	64 m	0,45 m
PDA 6	60 μ s	5 m	IV (ICPE)	64 m	0,9 m

3.2 INSTALLATIONS INTÉRIEURES DE PROTECTION Foudre (IIPF)

3.2.1 Caractéristiques des parafoudres à vérifier


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

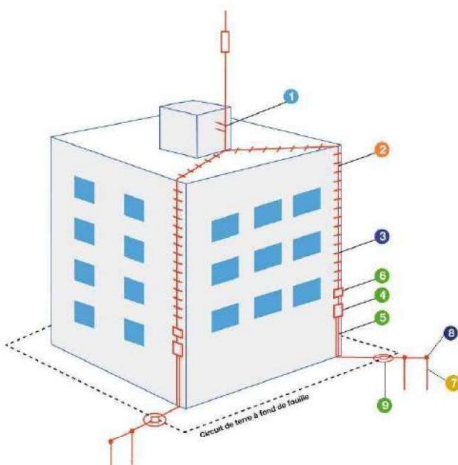
PARAFOUDRES TYPE 2	
Caractéristiques	Localisation
Régime de neutre à définir - Mono 230V I _n 5kA – I _{max} 10 kA U _p ≤ 1,5 kV	Centrale incendie
Régime de neutre à définir I _n 5kA – I _{max} 10 kA U _p ≤ 1,5 kV	TD Sprinkler
Régime de neutre à définir I _n 5kA – I _{max} 10 kA U _p ≤ 1,5 kV	TD Onduleurs/Informatique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

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

Chapitre 4 NOTICE DE VÉRIFICATION

4.1 NOTICES DE VÉRIFICATION DES PDA

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

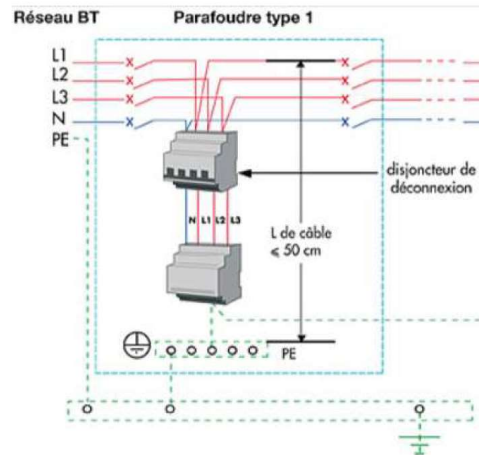
RESULTAT DE LA VERIFICATION :

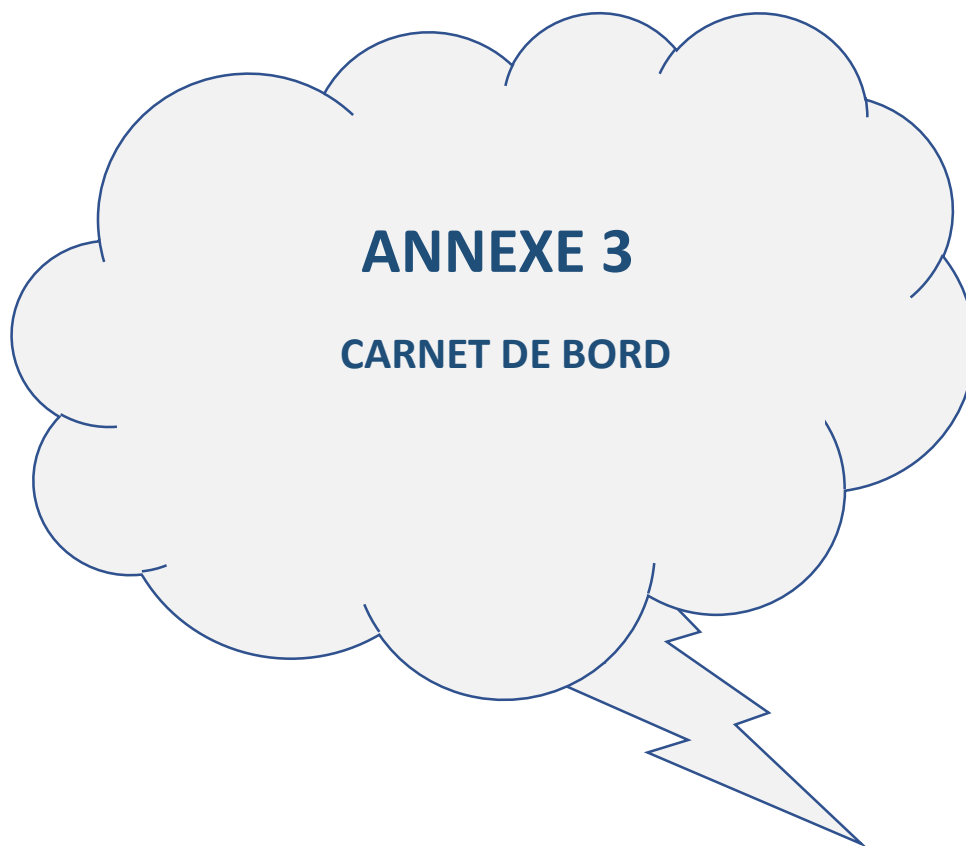
ACTIONS CORRECTIVES :

4.2 NOTICE DE VÉRIFICATION DES PARAFOUDRES

FICHE CONTROLE PARAFoudre	
Nom de l'armoire :	Photos :
EQUIPEMENTS PROTEGES :	
	
CARACTERISTIQUES PARAFoudreS	
Régime de Neutre :	
Marque :	
<input type="checkbox"/> Tétra <input type="checkbox"/> Tri <input type="checkbox"/> Mono	
<input type="checkbox"/> Type 1 <input type="checkbox"/> Type 3 <input type="checkbox"/> Type 2	
Up :kV	
Uc :V	
Pour type 1 : <i>I</i> _{imp} :kA	
Pour type 2 ou 3 : <i>I</i> _n :kA <i>I</i> _{max} :kA	
INSPECTION VISUELLE :	
➤ Règle des 50 cm respectée	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
➤ Section des câbles respectée	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
➤ Signalisation du défaut du parafoudre	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
➤ Présence étiquette	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
➤ Dispositif de coupure associé existant	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
➤ Sélectivité	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
	- Calibre Disjoncteur Armoire :
	- Calibre Disjoncteur/Fusible PRF :
➤ Présence fusible dans PF	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON
RESULTAT DE LA VERIFICATION :	

ACTIONS CORRECTIVES :	





Chapitre 5 CARNET DE BORD

INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

CARNET DE BORD

Raison sociale : PROJET D'ENTREPÔT LOGISTIQUE

Adresse de l'Établissement : Parc de l'Aize
63460 COMBRONDE

CARNET DE BORD

Ce carnet de bord est la trace de l'historique de l'installation de protection foudre et doit être tenu à jour sous la responsabilité du Chef d'Établissement. Il doit rester à la disposition des Agents des Pouvoirs Publics chargés du contrôle de l'Établissement.

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

RENSEIGNEMENTS SUR L'ÉTABLISSEMENT

Nature de l'activité :

.....

N° de classification INSEE :

.....

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

Pouvoirs publics exerçant le contrôle de l'établissement :

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

Commission de sécurité :
.....
.....

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

HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION Foudre

1 - ANALYSE DU RISQUE Foudre

DATE	INTITULÉ DU RAPPORT	SOCIÉTÉ	RÉDACTEUR
24/10/2022	1GF1350	1G Foudre	Z. YAHIAOUI
02/03/2023	1GF1350 indice B	1G Foudre	Z. YAHIAOUI

2- ÉTUDE TECHNIQUE Foudre

DATE	INTITULÉ DU RAPPORT	SOCIÉTÉ	RÉDACTEUR
25/10/2022	1GF1351	1G Foudre	Z. YAHIAOUI
02/03/2023	1GF1351 indice B	1G Foudre	Z. YAHIAOUI

3 – TRAVAUX RÉALISÉS

DATE	INTITULÉ DU RAPPORT	SOCIÉTÉ	RÉDACTEUR

**PJ-4 : APPRECIATION DE LA COMPATIBILITE DES ACTIVITES
PROJETEES AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME (ART.
R512-46-4 4°)**



1. PLAN LOCAL D'URBANISME

Le site de la société SAS FIRE COMBRONDE est implanté sur la commune de COMBRONDE. Les parcelles objets du projet sont couvertes par le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la commune de COMBRONDE, dont la dernière procédure a été approuvée le 28 octobre 2015.

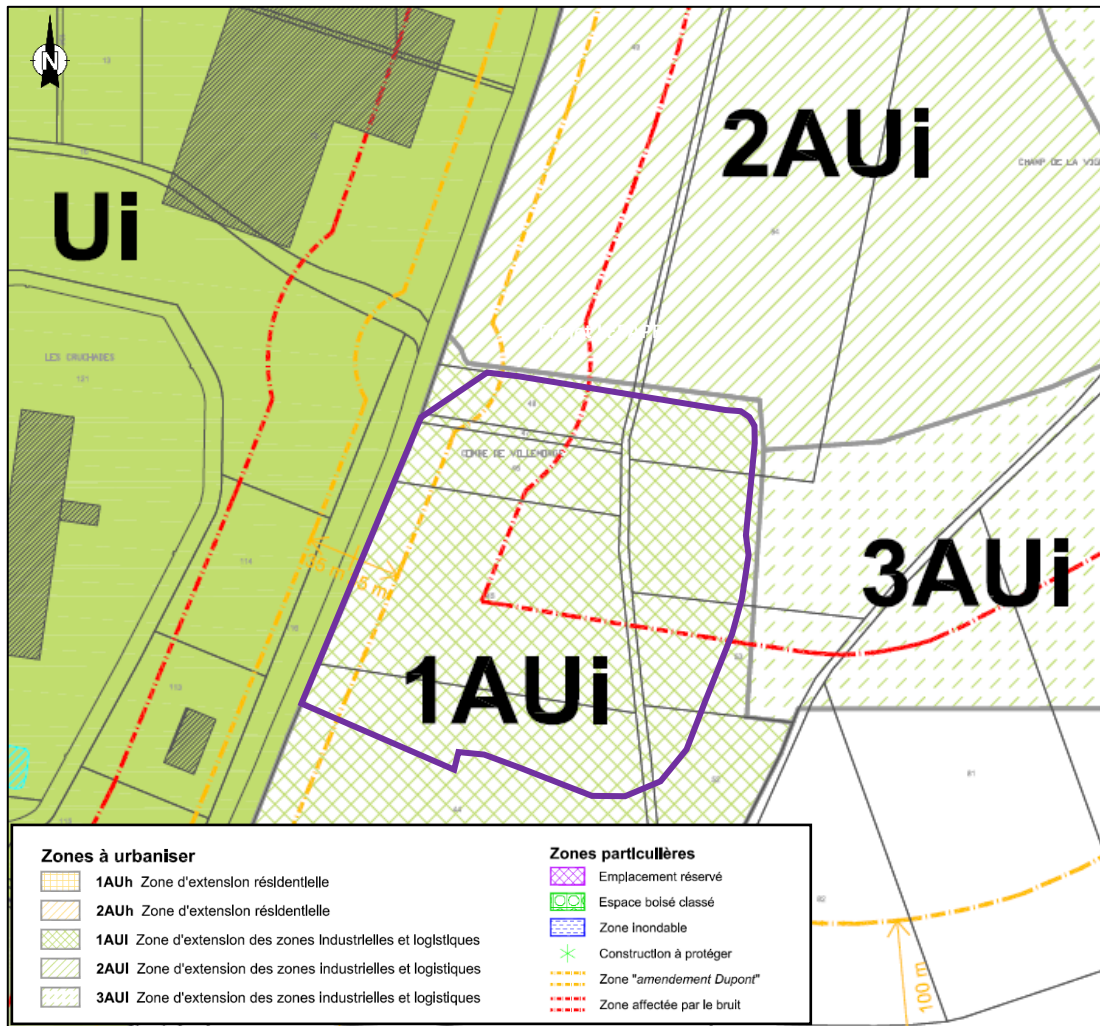


Figure 6. Extrait de la cartographie du PLU

Les terrains qui accueilleront le projet sont localisés en zone 1AUi qui concernent les secteurs à caractère naturel de la commune destinés à être ouverts à l'urbanisation pour l'accueil principal des activités industrielles et logistiques du Parc de l'Aize. La zone 1AUi correspondant aux emprises à urbaniser en priorité. Le règlement n'interdit pas l'implantation ICPE au droit des parcelles 1AUi.

La création de la plateforme logistique est donc compatible avec le plan local d'urbanisme de la commune de COMBRONDE.

Le permis de construire, déposé en parallèle du présent dossier d'enregistrement, s'attache notamment à démontrer la conformité exhaustive du projet au PLU.

Le Syndicat Mixte du Parc de l'Aize a rédigé un cahier des prescriptions architecturales applicables au pôle d'activités. Ces prescriptions viennent compléter les prescriptions du PLU.



Zones particulières

Les terrains, objets du projet, sont concernées par **une zone affectée par le bruit lié aux infrastructures routières** (la RD 2144 et l'échangeur autoroutier de l'A71).

Ils sont également affectés par une zone « **amendement Dupont** » (bande inconstructible permettant une réflexion sur la qualité urbaine, paysagère et architecturale de l'aménagement) le long de la RD 2144 à l'Ouest. Ces dispositions sont prises en compte dans le permis de construire associé au projet.

Archéologie

Par courrier du 13 mai 2015, la DRAC a précisé que « l'hypothèse archéologique qui pesait sur les terrains (ZAC de l'Aize phase 1 et 2) est totalement levée ».

Le courrier est présenté ci-après.

2. SERVITUDES

La zone d'étude n'est concernée par aucune servitude réglementaire inscrite au PLU

3. PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES

La commune de COMBRONDE n'est couverte par aucun Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) ou Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT).





PRÉFET DE LA RÉGION AUVERGNE

DIRECTION REGIONALE DES
AFFAIRES CULTURELLES

Clermont-Ferrand, le

13 MAI 2015

Affaire suivie par
Frédéric SURMELY
Tél : 04 73 41 27 23
Service régional de l'archéologie
SRA/FS/DP/2015
frederic.surmely@culture.gouv.fr

001270

La directrice régionale des affaires culturelles

à

Communauté de communes des Côtes de
Combraille
18 rue du Général Desaix
63460 COMBRONDE



Objet : Puy-de-Dôme – COMBRONDE – ZAC de l'Aize phases 1 et 2
Réf : Arrêté 2013-082
P.J. : rapport de diagnostic.

J'ai l'honneur de vous adresser, ci-joint, le rapport conforme du diagnostic archéologique prescrit par l'arrêté n° 2013-082 du préfet de région, réalisé sur le terrain cité en objet et reçu à la DRAC - Service régional de l'archéologie le 05 mars 2015 .

Cette opération n'a pas révélé de vestige archéologique nécessitant des observations complémentaires.

En conséquence, l'hypothèque archéologique qui pesait sur ce terrain est totalement levée.

Je vous rappelle toutefois qu'en cas de découverte fortuite au cours de travaux, vous devrez nous en informer sans délai, conformément à l'article L.531.14 du code du Patrimoine.


Anne MATHERON
Directrice régionale
des affaires culturelles



DIRECTION REGIONALE DES AFFAIRES CULTURELLES D'AUVERGNE
Hôtel de Chazerat - 4, rue Pascal - 63010 CLEMONT-FERRAND cedex 01
Tél : 04.73.41.27.00 – Télécopieur : 04.73.41.27.69



DOSSIER DE DEMANDE D'ENREGISTREMENT
SAS FIRE COMBRONDE

PARTIE 2 : LOCALISATION



PJ-5 : PARCELLES DU PROJET



Le site de la société SAS FIRE COMBRONDE est localisé aux coordonnées X et Y (projection Lambert 93) suivantes :

X = 707140 m Y = 6546890 m

Le site est implanté sur les parcelles suivantes du plan cadastral de la commune de COMBRONDE :

Commune d'implantation	Code postal	Préfixe de la parcelle	Section de la parcelle	N° de parcelle	Superficie de la parcelle (m ²)	Emprise du projet sur la parcelle (m ²)
COMBRONDE	63460	-	YB	44	55 222	13 768
COMBRONDE	63460	-	YB	45	28 966	28 069
COMBRONDE	63460	-	YB	46	7 428	7 097
COMBRONDE	63460	-	YB	47	1 000	871
COMBRONDE	63460	-	YB	48	5 645	2 460
COMBRONDE (chemin)	63460	-	YB	50	11 598	1 742
COMBRONDE	63460	-	YB	52	9 314	744
COMBRONDE	63460	-	YB	54	49 351	2 227
COMBRONDE	63460	-	YB	153	5 911	3 978
COMBRONDE	63460	-	YB	157	9 036	6 899
Surface totale du projet						67 855

Nota : Voir fichier .csv dans le dossier téléversé.



DOSSIER DE DEMANDE D'ENREGISTREMENT
SAS FIRE COMBRONDE

PARTIE 3 : INCIDENCES DU PROJET



PJ-8 : INCIDENCES NOTABLES SUR L'ENVIRONNEMENT



1. DESCRIPTION DES ABORDS

Le site est localisé au sein de la ZAC du Parc de l'Aize (Tranche 2 en cours d'aménagement). Les abords immédiats de la zone d'étude sont constitués par :

- ❖ au Nord et à l'Est : des terrains agricoles destinés à être aménagés dans le cadre du développement de la ZAC ;
- ❖ au Sud : une voirie du Parc de l'Aize et des terrains à aménager ;
- ❖ à l'Ouest : la voie RD2144 puis des bâtiments d'activité (déchetterie en cours d'aménagement, entrepôts logistiques ...).

Aucune habitation n'est localisée dans un rayon de 500 m autour du site. Le premier Établissement Recevant du Public (ERP) correspond au restaurant « la Table de l'Aize » et se trouve à environ 250 m au Sud. L'environnement proche du projet ne comporte pas d'Immeuble de Grande Hauteur (IGH).

Les premières voies de circulations sont localisées en limite de site. La RD2144 correspond à une voie à grande circulation au sens de la réglementation.

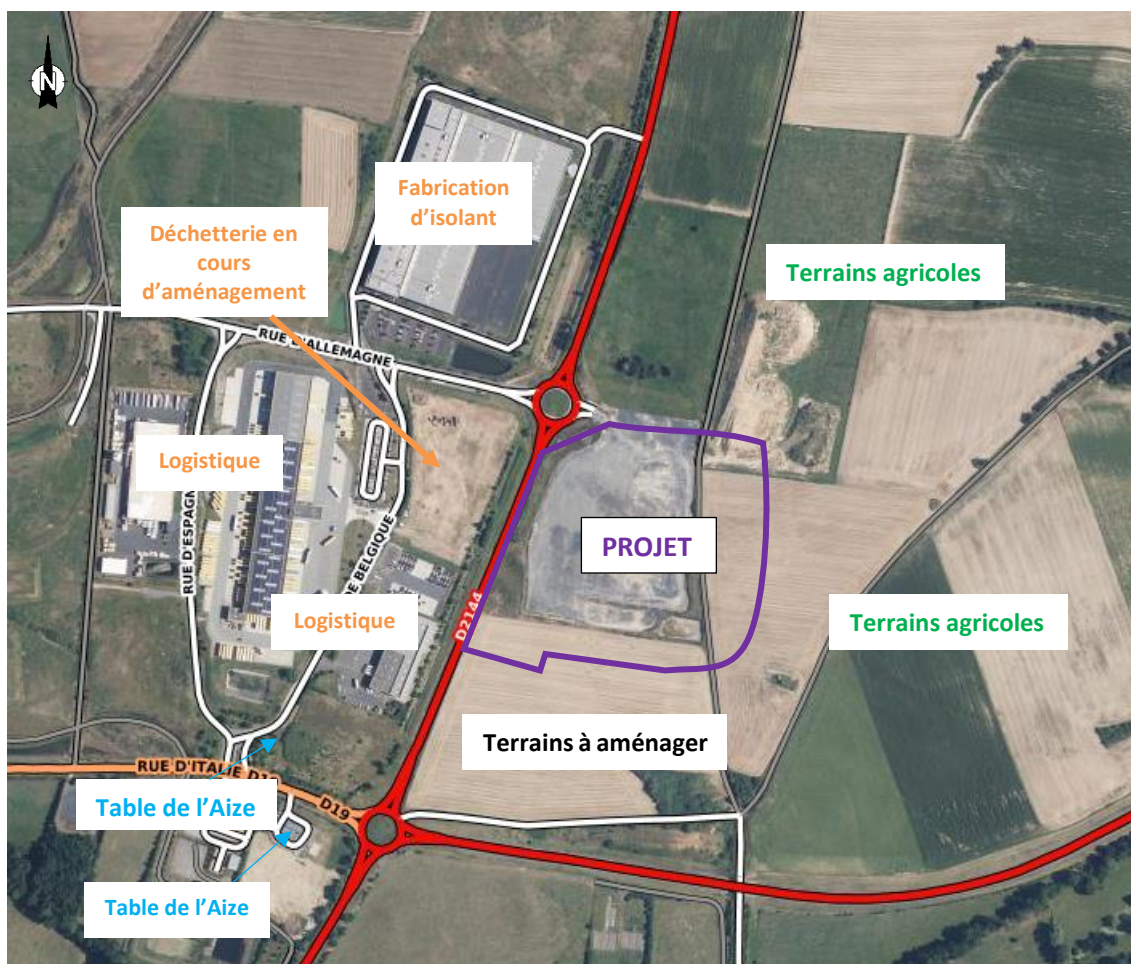


Figure 7. Abords du projet

2. INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT

A l'instar du CERFA 15 679*04, relatif à la demande d'enregistrement pour une installation classée, la présente pièce jointe s'articule sous forme de tableau. Dans une première partie, elle a pour objectif d'appréhender le milieu d'implantation et la sensibilité du secteur et en deuxième partie d'analyser les incidences notables sur l'environnement.

Ces informations sont demandées en application de l'article R. 512-46-3 du code de l'environnement.

2.1.SENSIBILITE ENVIRONNEMENTALE EN FONCTION DE LA LOCALISATION DU PROJET

Le projet se situe-t-il :	Oui	Non	Si oui, lequel ou laquelle ?
Dans une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type I ou II (ZNIEFF) ?		X	La ZNIEFF la plus proche est la ZNIEFF de type I localisée à environ 700 m au Nord-Est du projet (identifiant : 830020425, correspondant à la vallée de la Morge)
En zone de montagne ?		X	-
Dans une zone couverte par un arrêté de protection biotope ?		X	La zone couverte par un APB la plus proche est localisée à environ 30 km à l'Est du site. Il s'agit de la Rivière Allier (identifiant FR3800783).
Sur le territoire d'une commune littorale ?		X	-
Dans un parc national, un parc naturel marin, une réserve naturelle (nationale ou régionale), une zone de conservation halieutique ou un parc naturel régional ?		X	Aucun parc, réserve ou zone de conservation n'est localisé dans un rayon de 30 km autour du site. L'élément le plus proche correspond au Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne localisé à 2,6 km environ à l'Ouest.
Sur un territoire couvert par un plan de prévention du bruit, arrêté ou le cas échéant, en cours d'élaboration ?	X		La commune de COMBRONDE est concernée par le Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE) du Puy-de-Dôme (arrêté préfectoral du 26 juin 2018), du fait de la présence des autoroutes A71 et A89 sur son territoire. Les terrains, objets du projet, sont concernées par une zone affectée par le bruit lié aux infrastructures routières (la RD 2144 et l'échangeur autoroutier de l'A71).
Dans un bien inscrit au patrimoine mondial ou sa zone tampon, un monument historique ou ses abords ou un site patrimonial remarquable ?		X	Le plus proche correspond à la Croix monumentale, monument historique localisé à environ 1,3 km au Sud du projet sur la commune de COMBRONDE.
Dans une zone humide ayant fait l'objet d'une délimitation ?		X	Absence de zone humide identifiée dans les bases de données. Par ailleurs, l'étude d'impact réalisée en 2012 dans le cadre de l'extension de la ZAC, indique qu'aucune zone humide au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 n'a été mise en évidence.
Dans une commune couverte par un plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) ou par un plan de prévention des risques technologiques (PPRT) ? Si oui, est-il prescrit ou approuvé ?		X	La commune de COMBRONDE n'est pas couverte par un PPRN ou PPRT.
Dans un site ou sur des sols pollués ? [Site répertorié dans l'inventaire BASOL]		X	Aucun site pollué ou potentiellement pollué appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif (ex-BASOL) n'est répertorié sur le site.
Dans une zone de répartition des eaux ? [R.211-71 du code de l'environnement]		X	-
Dans un périmètre de protection rapprochée d'un captage d'eau destiné à la consommation humaine ou d'eau minérale naturelle ?		X	D'après les données de l'Agence Régionale de Santé, le captage d'eau le plus proche est le captage "Rozana 1" situé sur la commune de BEAUREGARD-VENDON à plus de 4 km au Sud du site.



Le projet se situe-t-il :	Oui	Non	Si oui, lequel ou laquelle ?
Dans un site inscrit ?		X	Aucun site inscrit n'est recensé sur la commune de COMBRONDE.
Le projet se situe-t-il, dans ou à proximité :	Oui	Non	Si oui, lequel ou laquelle ?
D'un site Natura 2000 ?	X		La zone Natura 2000 la plus proche correspond aux vallées et coteaux thermophiles au Nord de Clermont-Ferrand (FR8301036) localisé à environ 1,3 km à l'Est du projet.
D'un site classé ?		X	Aucun site classé sur la commune de COMBRONDE.

2.2. EFFETS NOTABLES

Incidence potentielle de l'installation	Oui	Non	Si oui, décrire la nature et l'importance de l'effet (appréciation sommaire de l'incidence potentielle)
RESSOURCES			
Engendre-t-il des prélèvements en eau ? Si oui, dans quel milieu ?		X	Le site sera approvisionné uniquement en eau potable via le réseau public. Le fonctionnement du site ne nécessite pas d'eau de process. Les consommations sont liées essentiellement aux besoins sanitaires du personnel. Elles seront donc limitées.
Impliquera-t-il des drainages / ou des modifications prévisibles des masses d'eau souterraines ?		X	Pas d'impact sur les eaux souterraines (drainage non nécessaire, pas d'infiltration, pas de prélèvement). Pas de création de sous-sol.
Est-il excédentaire en matériaux ?	X		Le projet sera légèrement excédentaire en matériaux. L'excédent sera réutilisé sur place (merlon paysager par exemple) afin de rechercher un équilibre déblais / remblais.
Est-il déficitaire en matériaux ? Si oui, utilise-t-il les ressources naturelles du sol ou du sous-sol ?		X	Le projet n'est pas déficitaire en matériaux.
MILIEU NATUREL			
Est-il susceptible d'entraîner des perturbations, des dégradations, des destructions de la biodiversité existante : faune, flore, habitats, continuités écologiques ?		X	La totalité du terrain est sur la ZAC de l'Aize. Aucun enjeu majeur faune/flore et habitat n'a été mis en avant au droit du site (selon le relevé écologique de 2021 – voir PJ9 – Annexe 8). Par ailleurs, la majorité du terrain, ancienne parcelle agricole, était utilisée jusque-là par une centrale d'enrobage et une station de transit de produits minéraux inertes.
Si le projet est situé dans ou à proximité d'un site Natura 2000, est-il susceptible d'avoir un impact sur un habitat / une espèce, inscrit(e) au Formulaire Standard de Données du site ?		X	Le site n'aura pas d'incidence sur la biodiversité existante au niveau du site Natura 2000 le plus proche en raison : - de l'urbanisation du site (localisation au sein de la ZAC) et de l'activité projetée (ayant peu d'incidence notamment dans les domaines de l'eau et de l'air) ; - de la localisation de la zone Natura 2000 (de l'autre côté de l'autoroute A71 à environ 1,3 km).
Est-il susceptible d'avoir des incidences sur les autres zones à sensibilité particulière énumérées au 2.1 ?		X	Le terrain, objet du projet, n'est concerné par aucune protection spécifique, il n'est pas en zone de sensibilité environnementale.
Engendre-t-il la consommation d'espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ?		X	La majorité du terrain, ancienne parcelle agricole, était utilisée jusque-là par une centrale d'enrobage et une station de transit de produits minéraux inertes. Ces parcelles sont inscrites en zone 1AUi, zone d'extension des zones industrielles et logistiques du PLU de COMBRONDE.



Incidence potentielle de l'installation	Oui	Non	Si oui, décrire la nature et l'importance de l'effet (appréciation sommaire de l'incidence potentielle)
RISQUES			
Est-il concerné par des risques technologiques ?		X	La commune n'est pas couverte par un PPRT. A noter la présence de plateformes logistiques à l'Ouest du site de l'autre côté de la RD2144 et d'un établissement Seveso seuil bas (fabricant d'isolant). Le site est susceptible de générer des flux thermiques en cas d'incendie. Néanmoins, le projet respectera les dispositions de l'arrêté ministériel applicable.
Est-il concerné par des risques naturels ?		X	La commune n'est pas couverte par un PPRN. La commune présente un risque sismique de niveau 3 (modéré). Les parcelles du projet sont localisées dans une zone d'aléa moyenne de retrait-gonflement des argiles. Les installations du site et les activités projetées ne peuvent aggraver les risques naturels identifiés.
Engendre-t-il des risques sanitaires ?		X	Rejets aqueux faisant l'objet d'un traitement adapté. Rejets atmosphériques limités aux gaz de combustion de la chaudière (gaz naturel et faible puissance) et aux gaz d'échappement des véhicules.
Est-il concerné par des risques sanitaires ?		X	Absence d'impact significatif sur les sols superficiels selon les conclusions des sondages réalisés dans le cadre de la cessation d'activité de la centrale d'enrobage (juin 2022) : présence néanmoins de chrome et fluorures.
NUISANCES			
Engendre-t-il des déplacements /des trafics ?	X		Trafic estimé à 80 poids-lourds/jour et 50 véhicules légers/jour. Site desservi par les voiries de la ZAC directement depuis l'A71, sans passage par le centre-ville des communes aux alentours.
Est-il source de bruit ?	X		Emissions acoustiques essentiellement lié au trafic et en moindre mesure aux installations techniques dans des locaux fermés (chaufferie notamment).
Est-il concerné par des nuisances sonores ?	X		Ambiance sonore du pôle d'activité impactée par le bruit lié aux infrastructures routières (RD2144).
Engendre-t-il des odeurs ?		X	Absence de stockage de produits odorants.
Est-il concerné par des nuisances olfactives ?		X	Les installations autour du terrain ne sont pas à l'origine d'odeurs (pas d'usines de fabrication).
Engendre-t-il des vibrations ?		X	L'activité de stockage n'est pas génératrice de vibration.
Est-il concerné par des vibrations ?		X	Les activités existantes et projets autour du terrain ne génèrent pas de vibration.
Engendre-t-il des émissions lumineuses ?	X		Eclairage extérieur pour les voiries, parkings pour la sécurité des personnes et le bon fonctionnement du site. Uniquement pendant les périodes d'activités (horloge crépusculaire).
Est-il concerné par des émissions lumineuses ?	X		Site localisé au sein du pôle d'activité dans une zone impactée par l'éclairage public et l'éclairage des sites voisins (entrepôts).
EMISSIONS			
Engendre-t-il des rejets dans l'air ?	X		Le trafic généré par le site sera à l'origine d'émissions atmosphériques. Celles-ci resteront toutefois limitées par rapport au trafic existant sur le secteur. Par ailleurs, le sera équipée d'une chaufferie au gaz naturel (combustible peu polluant). L'activité de celle-ci sera toutefois limitée au maintien hors gel des installations et les rejets seront peu importants.



Incidence potentielle de l'installation	Oui	Non	Si oui, décrire la nature et l'importance de l'effet (appréciation sommaire de l'incidence potentielle)
Engendre-t-il des rejets liquides ? Si oui, dans quel milieu ?	X		L'activité ne génère pas d'eau de process. Les eaux usées domestiques rejetées au réseau communal pour traitement en station d'épuration. Les eaux pluviales seront tamponnées sur site avant rejet dans le réseau de la ZAC après passage dans un séparateur hydrocarbures pour les eaux de voiries.
Engendre-t-il des effluents ?		X	Activité de logistique non génératrice d'effluents industriels.
DECHETS			
Engendre-t-il la production de déchets non dangereux, inertes, dangereux ?	X		L'activité génère essentiellement des déchets non dangereux (déchets d'activité de bureaux et déchets d'emballages) et dans une moindre mesure des déchets liés à la maintenance (entretien des ouvrages d'assainissement, batteries usagées des engins, ...).
PATRIMOINE / CADRE DE VIE / POPULATION			
Est-il susceptible de porter atteinte au patrimoine architectural, culturel, archéologique et paysager ?	X		Le terrain n'est pas concerné par un rayon de protection de monument historique. Le projet architectural respectera le cahier de prescriptions architecturales de la ZAC. Selon le courrier de la DRAC, daté du 13 mai 2015, l'hypothèque archéologique qui pesait sur les terrains de la ZAC est totalement levée.
Engendre-t-il des modifications sur les activités humaines (agriculture, sylviculture, urbanisme, aménagements) Notamment l'usage des sols ?	X		Le terrain, ancienne parcelle agricole, était utilisé jusque-là par une centrale d'enrobage et une station de transit de produits minéraux inertes. Ces parcelles sont inscrites en zone 1AU, zone d'extension des zones industrielles et logistiques du PLU de COMBRONDE.

3. EFFETS DU PROJET – MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

3.1. TRAFIC

Le trafic lié à l'exploitation du site comprend les véhicules lourds pour la livraison et expédition des produits, et en parallèle les véhicules légers liés au personnel : soit 80 PL/j et 80 VL/j environ.

Afin de limiter le trafic induit par le site une sensibilisation du personnel au covoiturage sera effectuée par l'exploitant, il en sera de même pour inciter à l'utilisation des transports collectifs.

Il faut souligner que le site est implanté dans la zone d'activité du Parc de l'Aize, à proximité de la RD2144 ; elle est desservie directement depuis l'A71 sans passer par le centre-ville des communes aux alentours. Le réseau routier est suffisamment dimensionné pour accueillir le trafic induit par le projet. Par ailleurs, pour éviter un encombrement sur les axes de circulation du secteur, le site prévoit des aires de stationnement pour les véhicules légers et les poids lourds.

3.2. BRUIT

Comme indiqué dans le tableau au paragraphe 2, la commune de COMBRONDE est concernée par le Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE) du Puy-de-Dôme (arrêté préfectoral du 26 juin 2018), du fait de la présence des autoroutes A71 et A89 sur son territoire.



Les terrains, objets du projet, sont concernées par une zone affectée par le bruit lié aux infrastructures routières (la RD 2144 et l'échangeur autoroutier de l'A71).

Les activités principales réalisées sur le site auront lieu à l'intérieur même du bâtiment. Les sources sonores liées à l'exploitation de l'entrepôt seront ainsi les suivantes :

- ❖ Majoritairement les allées et venues des véhicules,
- ❖ Le fonctionnement des installations annexes (chaufferie, locaux de charge),
- ❖ Ponctuellement le groupe sprinkler.

Les horaires de fonctionnement du site seront les suivants : de 6h à 22h du lundi au samedi. Les mesures suivantes seront mises en place pour réduire les nuisances sonores liées à l'activité :

- ❖ La vitesse de circulation sur le site sera réduite à 15 km/h ;
- ❖ Les opérations de chargement/déchargement des camions, seront réalisées moteurs à l'arrêt ;
- ❖ La circulation des camions sera favorisée autant que possible en période diurne ;
- ❖ Les engins de manutention ne circuleront qu'à l'intérieur de l'entrepôt, compte tenu du fait que les stockages sont réalisés exclusivement sous bâtiment ;
- ❖ En fonctionnement normal, les motopompes du sprinkler seront démarrées une fois par semaine uniquement durant environ 10 min pour réaliser les essais nécessaires à la vérification du bon fonctionnement des matériels liés à la lutte incendie.

Une mesure du niveau de bruit ambiant sera réalisée dans les 3 mois suivant le démarrage de l'exploitation de l'entrepôt, afin de vérifier l'efficacité des mesures prévues. Ces mesures seront ensuite reconduites tous les 3 ans. Elles seront effectuées en limite de site ainsi qu'en zone à émergence réglementée.

3.3.EMISSIONS LUMINEUSES

Le projet sera implanté au sein de la ZAC du Parc de l'Aize. Les émissions actuelles de la zone d'étude sont principalement constituées par l'éclairage public. Malgré le contexte rural de la zone d'étude, la présence des entrepôts logistiques à proximité mais surtout des grands axes routiers, constitue une pollution lumineuse perceptible.

L'établissement disposera d'éclairage extérieur. Cet éclairage est destiné à éclairer les voiries, parkings et cours camions, pour la sécurité des personnes et le bon fonctionnement du site. Il ne fonctionnera que pendant les heures d'activités du site, avec une horloge crépusculaire et orientés vers le bas.

3.4.QUALITE DE L'AIR / ENERGIE

L'activité même du site sera l'entreposage de matières diverses, en masse ou en rack au sein du bâtiment : cette activité ne sera à l'origine d'aucunes émissions atmosphériques ni odeurs particulières. Aucun stockage vrac ne sera réalisé (absence de produit pulvérulent).

Le site ne disposera d'une chaudière alimentée au gaz naturel, combustible peu polluant. L'installation présentera une puissance faible (3 MW). Elle fera l'objet d'un entretien régulier et d'un suivi de ses rejets atmosphériques conformément à l'Arrêté Ministériel du 3 Août 2018.



Des rejets atmosphériques indirects seront émis par le trafic des véhicules. Afin de limiter ces émissions indirectes, les mesures compensatoires suivantes sont prévues :

- ❖ la vitesse sur le site sera limitée à 15 km/h,
- ❖ le chargement et le déchargement seront réalisés moteurs à l'arrêt,
- ❖ les véhicules de livraison/expédition feront l'objet de contrôles périodiques avec notamment la vérification de la conformité de leurs rejets aux normes applicables, dans le cadre du contrôle technique réalisé par un organisme agréé.
- ❖ des places de parking pour les motos et vélos sont prévues ;
- ❖ des bornes de recharge pour véhicules électriques sont prévues au niveau des parkings VL.

D'un point de vue énergétique, les activités logistiques n'impliquent pas de grosses consommations d'énergie. Toutefois, pour veiller à une utilisation rationnelle de l'énergie, les mesures suivantes sont prévues :

- ❖ l'obtention du niveau « very good » de la certification BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method - référentiel britannique d'évaluation de la performance environnemental d'un projet de construction) ;
- ❖ bâtiment disposant d'une isolation thermique ;
- ❖ éclairage naturel en façade pour les bureaux ;
- ❖ élaboration d'une consigne et affichage aux endroits stratégiques de l'entrepôt (entrée du personnel, porte des bureaux...) pour rappeler à chacun la nécessité d'éteindre les lumières, et de façon générale le matériel électrique (ordinateurs).

En complément, l'exploitant a fait le choix d'implanter une installation de production d'électricité au moyen de panneaux photovoltaïques sur la toiture de l'entrepôt. A travers ce projet le demandeur mettra en œuvre, sur la toiture du bâtiment, une surface 12 672 m² de panneaux photovoltaïques représentant 42% de la toiture. Le rendement de 1 m² de panneau varie entre 180 à 226 Wc ainsi l'installation correspondra à une puissance installée de 2,29 MWc à 2,87 MWc.

3.5. EAU / SOLS

L'activité ne génère pas d'eau de process.

Le réseau est de type séparatif. Les eaux usées domestiques sont rejetées au réseau communal pour traitement en STEP. Les eaux pluviales seront tamponnées sur site avant rejet dans le réseau de la ZAC. Des rehausses en fontes seront mises en place dans les cellules au niveau des collecteurs d'EP toitures afin d'éviter tout déversement d'eaux polluées. Les eaux pluviales de voiries seront traitées par un séparateur à hydrocarbures.

La gestion des eaux d'extinction susceptibles d'être générées en cas d'accident sur le site se fera via un bassin étanche de 1 697 m³ muni d'une vanne manuelle et automatique asservie au sprinkler (voir PJ-2bis : Justification du respect des prescriptions générales – documents annexes - Annexe 5 – Moyens de rétention des écoulements de produits polluants).

Aucun site pollué ou potentiellement pollué appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif (ex-BASOL) n'est répertorié sur le site. Le terrain a accueilli une centrale d'enrobage et une station de transit de produits minéraux inertes. Selon les conclusions des sondages réalisés dans le cadre de la cessation d'activité de la centrale d'enrobage (juin 2022), aucun impact significatif n'a été mis en évidence sur les sols superficiels. A noter la présence néanmoins de chrome et de fluorures (voir Annexe 7 – Résultats des sondages de sol).



3.6. DECHETS

Les déchets susceptibles d'être générés dans le cadre de l'activité du site pourront être :

- ❖ Des produits détériorés lors des opérations de manutention,
- ❖ Des déchets d'emballages liés par exemple aux opérations de reconditionnement,
- ❖ Des déchets liés à l'entretien et à la maintenance des équipements et installations,
- ❖ Des déchets assimilables aux déchets ménagers, en provenance des bureaux et locaux sociaux.

Les déchets seront identifiés et stockés dans des emplacements repérés. Des bacs de collecte seront mis à la disposition du personnel à l'intérieur de l'entrepôt pour faciliter le tri.

En ce qui concerne les déchets de maintenance, certains pourront être des déchets dits dangereux. Ils seront stockés dans des fûts spécifiques, à l'écart des installations de stockage. Lors de leur collecte et leur élimination, ils seront accompagnés d'un bordereau de suivi de déchets dangereux, attestant de leur prise en charge. Ces bordereaux seront regroupés dans un registre.

Dans tous les cas, l'ensemble des déchets sera confié à des entreprises spécialisées, agréées pour leur collecte, leur transport et leur élimination.

Les fréquences d'enlèvement seront adaptées pour limiter les quantités stockées.

3.7. INSERTION PAYSAGERE

Le projet fera l'objet d'un traitement paysager spécifique. Les espèces végétales seront notamment indigènes et adaptées aux conditions spécifiques du terrain. Le paysagement de la parcelle se fera sur environ 27% de sa superficie, qui correspond à l'espace vert du site.

Les aménagements projetés correspondent à :

- ❖ Des bandes boisées sur les talus ;
- ❖ Des massifs arborés ;
- ❖ Des arbres d'alignement au niveau des places de parking VL ;
- ❖ Des haies et massifs fleuris ;
- ❖ Des aménagements paysagers dans les bassins.

La notice paysagère précisant le détail des mesures prévues est présentée en PJ-9 : Incidences notables sur l'environnement – documents annexes- Annexe 9 – Notice paysagère.

4. EFFETS CUMULES

D'après les informations de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes, aucun projet situé dans la zone d'étude n'a récemment fait l'objet d'un avis de l'Autorité environnementale.

Le projet de la société FIRE est localisé à proximité de bâtiments d'activité (déchetterie SBA en cours d'aménagement, entrepôts logistiques et IKO Insulations, usine de fabrication d'isolant).

Aucune information n'est disponible concernant les bâtiments logistiques sur la base des installations classées pour la protection de l'environnement disponible sur Géorisques.

Le tableau suivant présente les sites existants et projets à proximité du site.



Commune	Site	Documents		Localisation par rapport au site
		Objet / Date	Commentaires	
Combronde	IKO Insulations	Arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter du 18 octobre 2013	Usine de fabrication de mousse de polyisocyanurates, ICPE soumis à autorisation Seveso seuil bas Enjeux identifiés : consommation eau et rejets aqueux (rejets au réseau de la ZAC), rejets gaz associés (oxydateur thermique, unité de filtration de poussières, générateurs à air chaud et chaufferies), bruit (fonctionnement 24h/24h du lundi au samedi), trafic (aucune information disponible)	A environ 100 m au Nord-Ouest
Combronde	SBA	Arrêté préfectoral du 27 juin 2022	Pôle de valorisation des déchets ménagers, ICPE soumis à enregistrement Enjeux identifiés selon le cerfa à enregistrement : consommation d'eau AEP (réseau ZAC), trafic important, bruit (trafic, chargement/déchargement, broyage déchets verts), émissions lumineuses, rejets aqueux (eaux domestiques et eaux pluviales, rejets au réseau de la ZAC).	A environ 25 m à l'Ouest

Le site sera localisé au sein d'un parc d'activités industrielles. Les impacts environnementaux des autres sociétés présentes aux alentours seront donc susceptibles de se cumuler avec ceux du projet. Au regard des éléments présentés ci-avant, les incidences du projet de la société FIRE sont susceptibles d'être cumulées aux activités en particulier concernant le bruit et le trafic.

5. INCIDENCES TRANSFRONTALIERES

Le projet n'a pas d'incidences transfrontalières.



**PJ-9 : INCIDENCES NOTABLES SUR L'ENVIRONNEMENT –
DOCUMENTS ANNEXES**



ANNEXE 7 – RESULTATS DES SONDAGES DE SOL





Laboratoire DTE Centre Est
BP 15 La Tour de Millery
69390 VERNAISON
+33 4 72 30 51 00
+33 4 72 30 45 29

RAPPORT D'ESSAIS DE LABORATOIRE

Dossier n° : 21DTL0115

Date rapport : 06/05/22

Réf. Envoi : 21DTL0115-I004

N° Chantier : 0

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE

CLIENT		CRITERE DE CONFORMITE
DEMANDEUR		
NOM :	Pierre Alain ZABERN	Aucune spécification
ADRESSE :	Eurovia DALA - Clermont-Ferrand	

CHANTIER

A89 Viaduc de la Sioule plate forme poste - Combronde

INTERVENTION

TYPE D'INTERVENTION	DATE D'EXECUTION DES ESSAIS
Analyses chimiques Pack lixitest	14/04/2022 au 26/04/22

Rédigé par

Nom : **Nicolas GALLET**

VISA

Page 1 /5

Version 2018.1

La reproduction de ce rapport d'essais n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

L'ensemble des essais faisant l'objet du présent rapport a été réalisé en application du système qualité du service technique de la délégation Centre-Est.

Le service technique de la délégation DTE Centre-Est est certifié AFAQ ISO 9001 version 2008.



Laboratoire DTE Centre Est

BP 15 La Tour de Millery
69390 VERNAISON
+33 4 72 30 51 00
+33 4 72 30 45 29

COMMENTAIRES

Dossier n° : **21DTL0115**

Date rapport : **06/05/2022**

Réf. Envoi : **21DTL0115-I004**

N° chantier : **0**

A la demande d'Eurovia, 3 prélèvements ont été réalisés sur la plate forme du chantier A89 à Combronde (63).

Les résultats ont été exploités selon les seuils de l'arrêté du 12/12/2014.

Pour l'ensemble des échantillons on peut constater les résultats suivants :

Pour l'échantillon 1 ; dépassement en fraction soluble

Pour l'échantillon 2 ; dépassement en fraction soluble, chrome et fluorures

Pour l'échantillon 3 ; dépassement en fraction soluble, chrome très légèrement et fluorures

L'échantillon 1 respecte les seuils de l'arrêté en appliquant l'annexe II

Les 2 autres échantillons montrent des dépassement légers sur les valeurs de chrome et fluorures.

Notons que notre activité sur la plate forme aurait généré des HAP et des hydrocarbures.

Pour les teneurs légèrement supérieures en fluorures, ces éléments peuvent être présent naturellement dans le sol.

Ci-joint un Extrait de l'annexe II arrêté du 12/12/2014.

Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble.

Nom : Nicolas GALLET

Visa :

Note / Memo

Date: **06/05/2022**

De la part de / From: Nicolas GALLET

A l'attention de / To: Pierre Alain ZABERN

Copie / Copy:

Objet / Subject: N° dossier : **21DTL0115**



Visa :



Page 3 /5

ARRETE DU 12/12/2014

Réf. projet	21DTL0285
Nom du projet	PLATE FORME COMBRONDE A89
Chef de Projet	Pierre Alain Zabern
Date de début	14/04/2022
Date du rapport	26/04/2022
Type d'échantillon	Sol
Réf. échantillon	C222 C223 C225

paramètre	Unité	seuils ISDI			
-					
matière sèche	% massique	<30	91,6	87,7	87,5
COT	mg/kg MS	30000	2420	2300	3740
t° pour mes. pH	°C		20	21	20
pH (KCl)	-		11,8	11,6	11,6
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS					
benzène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
toluène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
éthylbenzène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
orthoxyène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
para- et métaxyène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
xylènes	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
BTEX totaux	mg/kg MS	6	<0.05	<0.05	<0.05
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES					
naphtalène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
acénaphtylène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
acénaphtène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
fluorène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
phénanthrène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
anthracène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
fluoranthène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
pyrène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
benzo(a)anthracène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
chrysène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
benzo(a)pyrène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05
Somme des HAP (15) +Naphtalène (volatils)	mg/kg MS	50	<0.05	<0.05	<0.05

POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)					
PCB 28	µg/kg MS		<10	<10	<10
PCB 52	µg/kg MS		<10	<10	<10
PCB 101	µg/kg MS		<10	<10	<10
PCB 118	µg/kg MS		<10	<10	<10
PCB 138	µg/kg MS		<10	<10	<10
PCB 153	µg/kg MS		<10	<10	<10
PCB 180	µg/kg MS		<10	<10	<10
PCB totaux (7)	µg/kg MS	1000	<10	<10	<10
HYDROCARBURES TOTAUX					
fraction C10-C16	mg/kg MS		6,16	15,8	19,1
fraction C16-C22	mg/kg MS		1,61	14,7	18
fraction C22-C30	mg/kg MS		2,98	11,5	14,6
fraction C30-C40	mg/kg MS		14,4	6,07	10,2
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	500	25	48,1	61,9
LIXIVIATION					
Lixiviation 24h - NF-EN-12457-2					
date de lancement					
L/S	ml/g		9,97	10,01	9,91
pH final ap. lix.	-		11,8	11,6	11,6
température pour mes. pH	°C		20	21	20
conductivité (25°C) ap. lix.	µS/cm		1110	814	699
ELUAT COT					
COD, COT sur éluat	mg/kg MS	500	87	140	180
ELUAT METAUX					
antimoine	mg/kg MS	0.06	0,004	0,006	0,016
arsenic	mg/kg MS	0.5	<0,100	<0,101	<0,102
baryum	mg/kg MS	20	0,625	0,343	0,352
cadmium	mg/kg MS	0.04	<0,002	<0,002	<0,002
chrome	mg/kg MS	0.5	0,37	0,66	0,51
cuivre	mg/kg MS	2	0,293	0,368	0,626
mercure	mg/kg MS	0.01	<0,001	<0,001	<0,001
plomb	mg/kg MS	0.5	<0,101	<0,101	<0,102
molybdène	mg/kg MS	0.5	0,127	0,245	0,317
nickel	mg/kg MS	0.4	0,28	0,222	0,29
sélénium	mg/kg MS	0.1	<0,01	<0,01	<0,01
zinc	mg/kg MS	4	<0,101	<0,101	<0,102
ELUAT COMPOSES INORGANIQUES					
fraction soluble	mg/kg MS	4000	7230	4350	4660
ELUAT PHENOLS					
Indice phénol	mg/kg MS	1	<0,50	<0,51	<0,51
ELUAT DIVERSES ANALYSES CHIMIQUES					
fluorures	mg/kg MS	10	8,42	12,8	15,2
chlorures	mg/kg MS	800	<20	<20	<20
sulfate	mg/kg MS	1000	216	446	476

**ANNEXE 8 – MILIEU NATUREL ET SUIVI ECOLOGIQUE DE LA
ZAC 2021**



Le projet est situé en dehors de tout zonage de protection naturelle.

Une étude d'impact a été réalisée en avril 2012 dans le cadre de l'extension de la zone d'activité du Parc de l'Aize. Selon la cartographie de sensibilité des milieux naturels présentée ci-après, le site objet du projet présente un intérêt écologique faible. Aucun enjeu faune/flore et habitat n'a donc été mis en avant au droit du site.

Par ailleurs, aucune zone humide au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 n'a été mise en évidence. Il est important de noter que l'arrêté du 24 juin 2008 définissait comme zone humide tout terrain remplissant soit le critère pédologique, soit le critère botanique. En 2017, le Conseil d'Etat adopte une approche cumulative des deux critères. Finalement, en 2019, le législateur revient à une application alternative de ces critères. Ainsi les résultats de l'étude de 2012 sont valides au regard de la réglementation actuelle.

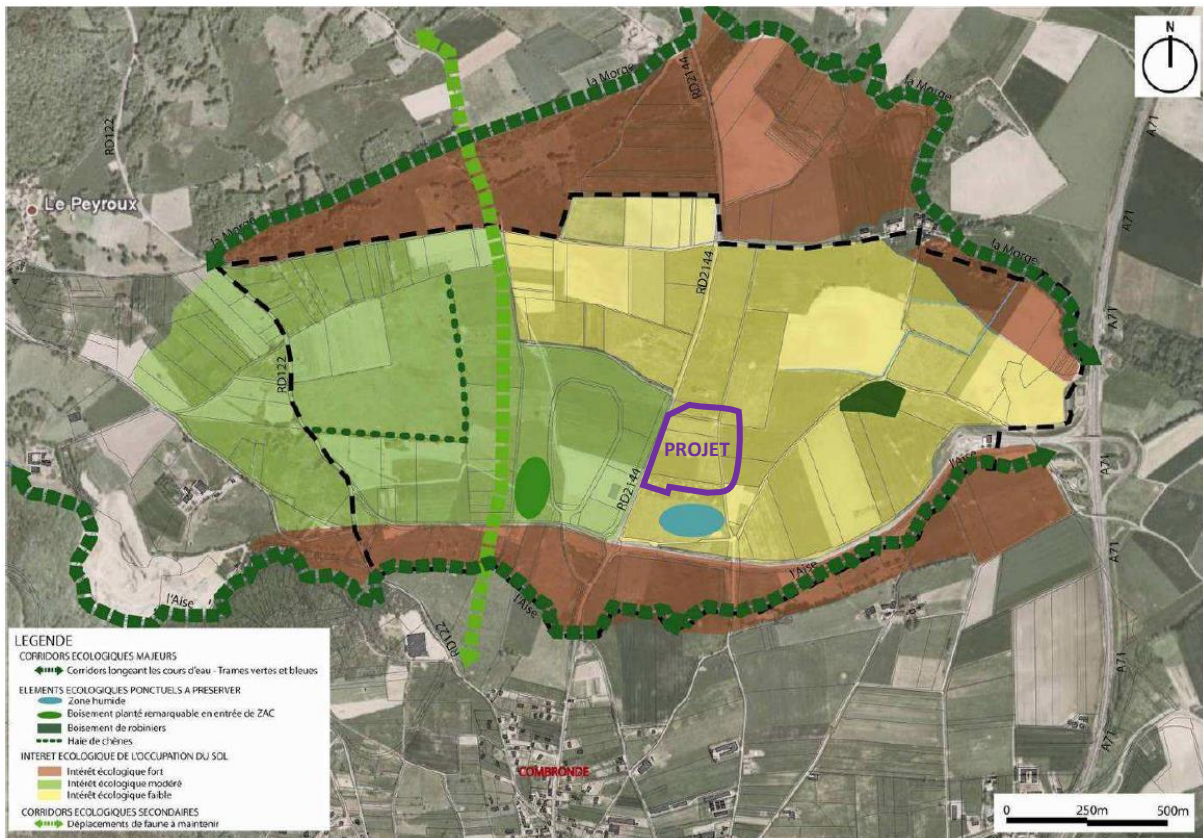


Figure 8. Carte de sensibilité des milieux naturels établie dans le cadre de l'étude d'impact pour l'extension de la ZAC

La majorité du terrain était utilisé jusque-là par une centrale d'enrobage et une station de transit de produits minéraux inertes. Par courrier en date du 31 mai 2022, la société EUROVIA GRANDS PROJETS France a notifié au Préfet du Puy de Dôme la cessation de ses installations et a transmis un mémoire de cessation d'activité.

Le terrain est actuellement principalement occupé par une plateforme (voir photo ci-après).





Figure 9. Photographie terrain objet de l'étude (octobre 2022)

Le suivi écologique du Parc d'Activités de l'Aize (rapport de 2021) dont une analyse est présentée ci-après confirme le faible intérêt écologique de l'emprise projet.

❖ Flore

Selon la cartographie de la flore patrimoniale (voir ci-après), les terrains objets du projet sont occupés par des bleuets, de la buglose des champs. Les bleuets et la buglose des champs présentent une valeur patrimoniale faible.

A noter la présence d'espèces invasives sur le site telles que la Passerage de Virginie.

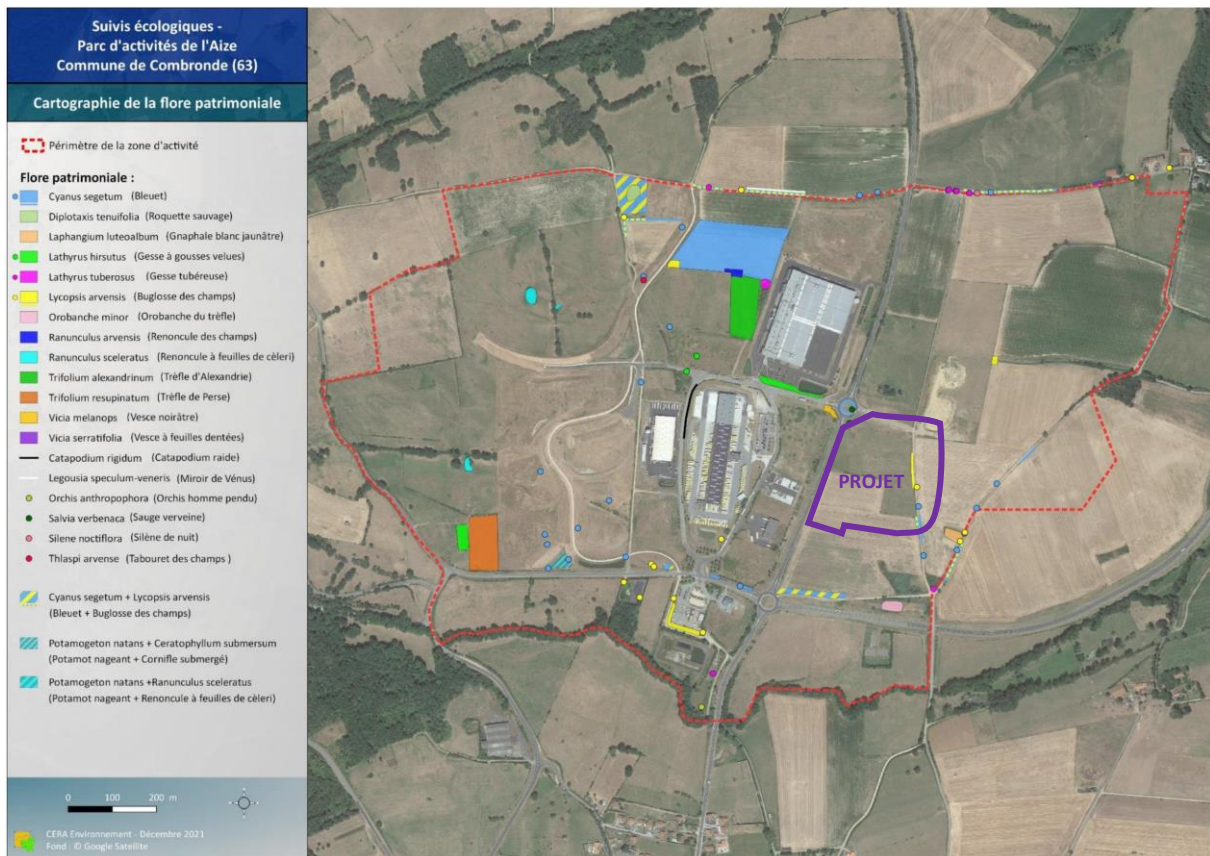


Figure 10. Cartographie de la flore patrimoniale – rapport du suivi écologique de la ZAC 2021



❖ Habitats naturels

Selon la cartographie des habitats (voir ci-après), les terrains objets du projet sont principalement occupés par une zone anthropisée (correspondant à la dalle de l'ancienne centrale d'enrobage). Les habitats rencontrés également sur le site sont des cultures, quelques espaces dit « prairies pâturées » et des haies arbusives. L'ensemble de ces habitats présentent une faible valeur patrimoniale.

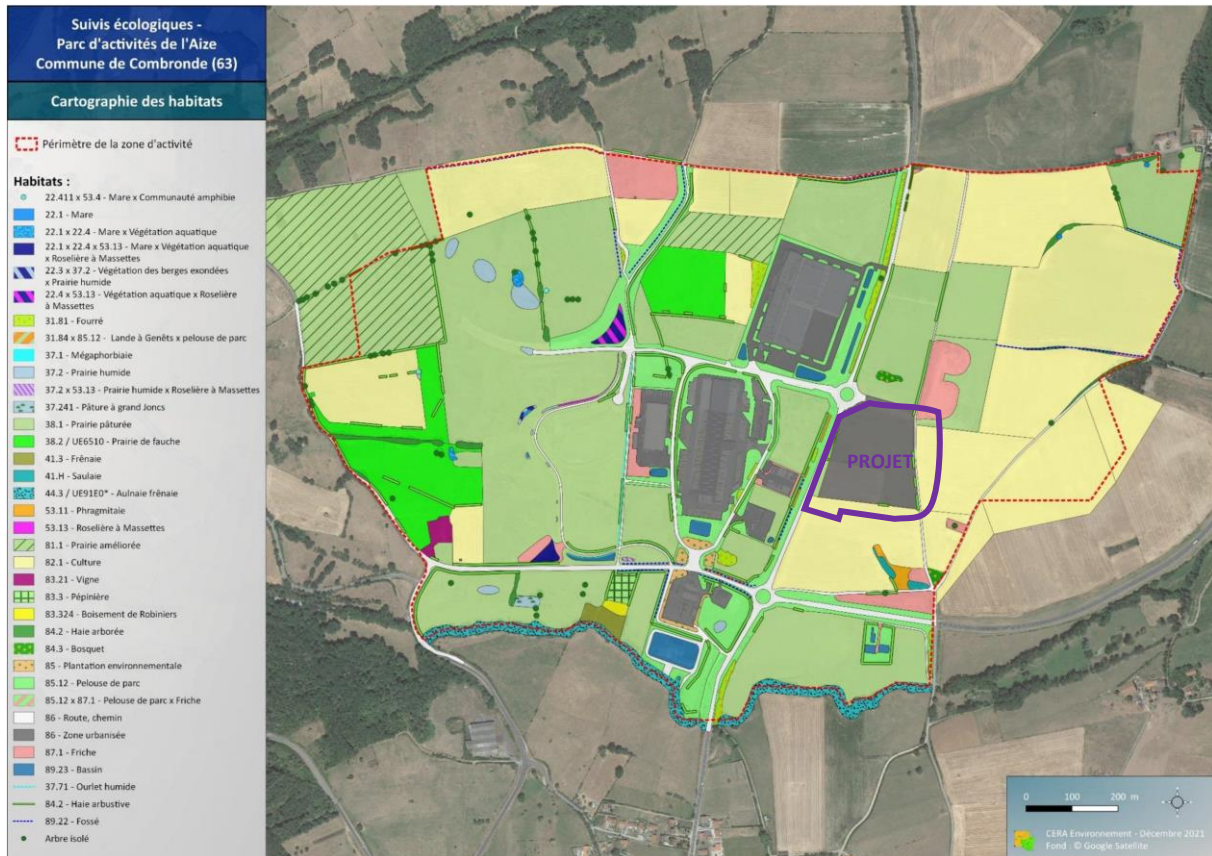


Figure 11. Cartographie des habitats – rapport du suivi écologique de la ZAC 2021

❖ Zones humides

Aucune zone humide n'a été identifiée sur l'emprise du projet.

❖ Faune

Aucune faune patrimoniale terrestre n'a été recensée au droit du projet.

Concernant l'avifaune, comme indiqué dans le rapport écologique, le secteur centre (le plus perturbé par les aménagements), présente quant à lui, la diversité spécifique la plus faible. En effet, comme le montre la cartographie en page suivante, seule la Linotte Mélodieuse est susceptible d'être observée en survol au Sud de l'emprise projet.



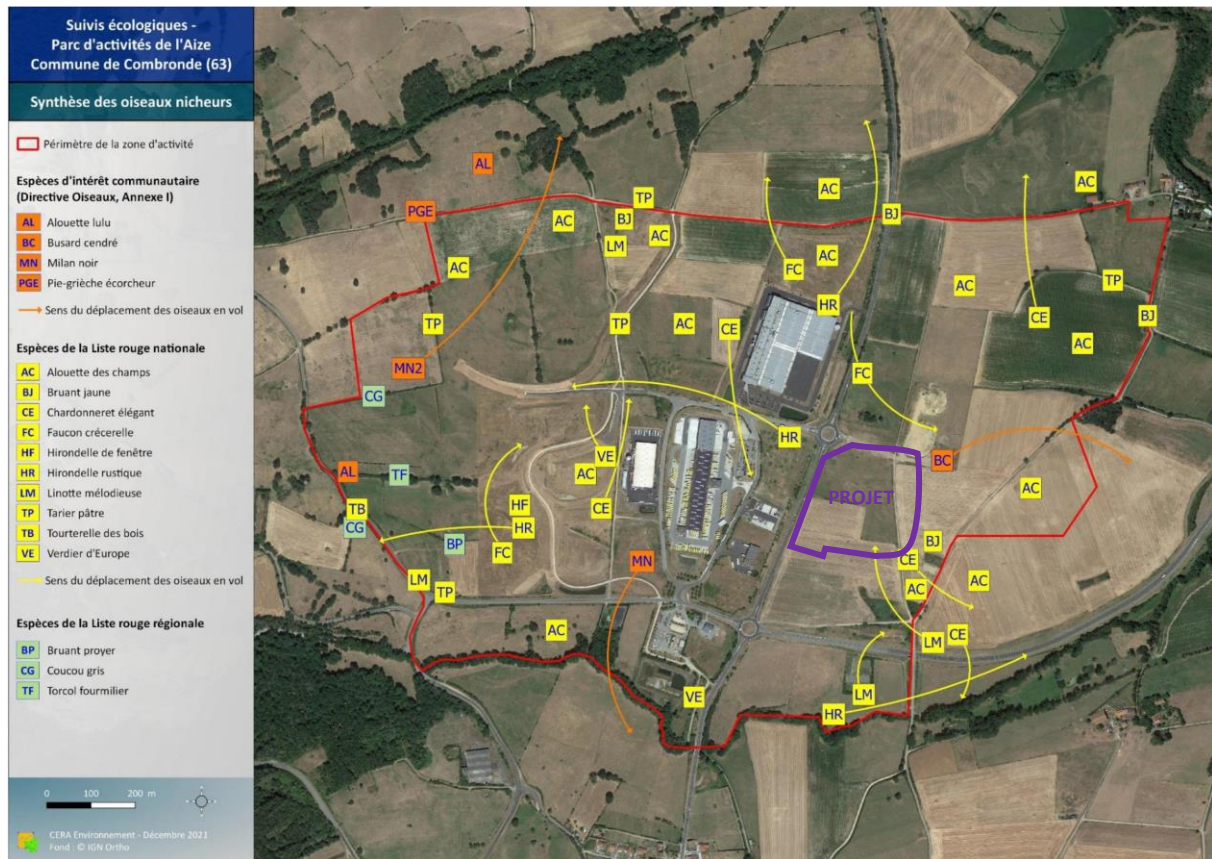


Figure 12. Cartographie des oiseaux nicheurs – rapport du suivi écologique de la ZAC 2021



ANNEXE 9 – NOTICE PAYSAGERE



FIRE COMBRONDE

Projet de création d'un parc logistique

Parc de l'Aize

63460 – COMBRONDE

PC4 – Notice architecturale et paysagère

I - LE CONTEXTE

Le terrain objet de la présente demande se situe au Nord-Est de la commune de Combronde au sein de la ZAC Parc de l'Aize en bordure de la route départementale D2144

Le secteur en question accueille quelques bâtiments d'activité industrielles et logistiques.

Du point de vue architectural, la principale caractéristique identifiée à proximité du projet est un ensemble épars de bâtiments d'activité d'emprises et de volumétries hétérogènes au cœur d'un environnement encore fortement agricole.

II - LE TERRAIN

Le terrain objet de la présente demande a une superficie totale de 67 855 m². Il est issu des parties de 10 parcelles. 000 YB (44,45,46,47,48,50,52,54,153,157) d'une surface originelle cumulée de 183 471 m².

Le site accueille à ce jour un terrain non bâti et vierge de plantations.

La topographie générale du site présente une pente naturelle légère du Nord vers le Sud. L'ensemble du terrain d'assiette est encaissé par rapport aux différentes voiries publiques qui l'entourent.

Du point de vue des contraintes d'urbanisme, le terrain prend place sur la zone 1AUi.

III - LE PROJET

Le projet propose la réalisation d'un bâtiment logistique avec bureaux en R+1, ce bâtiment est implanté au centre de la parcelle.

L'entrée et la sortie du site est réalisée au Sud de la parcelle à l'extrémité de la voie de desserte publique. Une voirie interne bouclera le bâtiment selon un sens unique de circulation.

Les accès aux stationnements VL et accès pompiers sont réalisés à l'Est depuis la voie de desserte publique.

Les aires de stationnement seront mutualisées et implantées au nord du terrain ;

Le projet propose une emprise au sol de 32 333 m² et une surface totale de plancher 31 602 m².

Le projet offre une capacité totale de 80 places de stationnement VL dont 2 PMR.

Le minimum imposé en zone 1AU_i est pour l'activité industrielle de 1pl/300m² jusqu'à 3000m² puis 1pl/tranche de 3000m², soit 19 places.

Le minimum imposé en zone 1AU_i est pour et pour les bureaux de 1pl/50m², soit 17 places.

Le bâtiment est raccordé aux différents réseaux publics depuis la voie de desserte publique située à l'est :

- Réseau d'assainissements d'eaux usées.
- Réseaux d'eau potable et eau incendie
- Réseaux d'électricité Haute Tension et basse tension (Telecom)
- Réseaux gaz

Le site est clôturé et accessible par deux portails coulissants implantés en retrait des limites sur rue afin de ne pas entraver la circulation sur les voies publiques.

La partie activité est chauffée à moins de 12°C, la partie bureau est chauffée est répondra aux conditions de la RE2020.

Le bâtiment n'est pas un établissement recevant du public, il est soumis au code du travail.

Le bâtiment est une installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE).

Le terrain se situe en zone de sismicité 3 (modéré). Le projet est donc tenu de respecter les règles parasismiques mais n'est pas soumis à obligation de fournir une attestation par un bureau de contrôle, étant un bâtiment à risque courant.

IV - LE PARTI ARCHITECTURAL

Du point de vue architectural, le projet vise à favoriser l'intégration du bâtiment dans le contexte urbain et paysager existant mais aussi en devenir. La conception des différentes façades vise à proposer une échelle et une tonalité la plus cohérente possible par rapport aux bâtiments et paysages environnants, tout en évitant une monotonie de teintes grises et blanches habituelles aux bâtiments d'activité industrielle.

Cela se traduit par un travail différencié de composition sur l'ensemble des façades, assis sur un jeu de traitements de textures et de teintes.

Dans un premier temps, il s'agit avant tout de casser la monotonie d'un seul volume en des jeux multiples de décrochements de façades.

Dans un second temps, il s'agit de renforcer l'effet rythmique par un travail sur les teintes et les textures des bardages métalliques.

Deux longs volumes viennent ainsi animer les extrémités de la façade Nord de l'entrepôt. Ces deux volumes accueillent les bureaux en R+1, les locaux de charge et les locaux techniques dédiés à l'activité. Des alignements de poteaux, structurels ou décoratifs, d'inclinaisons variables, viennent dynamiser les volumes et auvents en décrochement.

Les menuiseries des bureaux sont dotées de brise-soleils orientables extérieurs pour la protection solaire sur les façades Est et Ouest en complément des poteaux disposés dans les débords formant des loggias.

Les portes de quais et portes de plain-pied sont protégées sur les façades des cours camion Est et Ouest, par de longs auvents. La disposition en « zigzag » de ces derniers vient rompre l'horizontalité du volume de l'entrepôt et la verticalité des bardages dominants.

La toiture principale du bâtiment correspondant à l'entrepôt est équipée de panneaux photovoltaïques sur un minimum de 30% de sa surface.

V – LES MATERIAUX ET LES COULEURS

Matériaux utilisés en façades :

- Bardage métallique nervuré – pose verticale

Teinte gris clair RAL 7001 (dominant sur entrepôt)

- Bardage métallique sinusoïdal – pose verticale

Teinte gris foncé RAL 7043

- Bardage métallique plan – pose horizontale

Teinte gris foncé RAL 7043 – teinte gris moyen RAL 7005 – teinte beige clair RAL 1001 (fond de loggia)

Toutes les menuiseries extérieures seront métalliques et auront des teintes associées aux supports, seules les menuiseries des bureaux à l'étage seront de teinte beige clair RAL 1001.

Les poteaux seront métalliques et de teinte beige clair RAL 1001.

La teinte beige clair RAL 1001 utilisé sur les différents supports est associée à l'esprit du bois naturel.

Les clôtures seront constituées de grillage tendu à maille rectangulaires de couleur grise, hauteur 2.00m.

De part et d'autre des accès (accès parking VL), un mur béton lissé non teinté de 3.00m de long et 2.00m de haut sera réalisé et accueillera les différents coffrets techniques.

Le revêtement des toitures sera dans une teinte de gris.

VI - LE PARTI PAYSAGE

L'intégration des bâtiments dans le contexte existant passe également par une réflexion sur le paysagement des espaces libres et des abords du bâtiment.

D'un point de vue réglementaire vis-à-vis des exigences du PLU, les espaces verts en pleine terre sont plantés selon les exigences de la zone 1AUi.

Un minimum d'un arbre pour trois places de stationnement est demandé et respecté, soit 27 arbres pour 80 places de stationnement.

Les espaces verts occuperont 23.4 % du terrain (<20% réglementaire). Bassin de rétention non compris. L'emprise au sol du bâtiment occupera 47.6 % du terrain (<60% réglementaire).

Les espaces verts seront aménagés en respect du cahier des prescriptions de la ZAC de l'Aize 2 par :

- Des bandes boisées. Elles viendront recouvrir les différents talus notamment au pied des limites du terrain. Elles seront constituées sous forme de strates d'essences arborées et arbustives disposées sur deux rangs décalés. Les bandes respecteront un panachage régulier des essences. Une bande boisée sera également prévu au droit de la cour camion Ouest de façon à en cacher la vue depuis la Route départementale 2144.

Nota : Cette bande respecte la bande végétalisée de 3m prescrite par le CPAUP pour le secteur 7 tout en assurant la fonctionnalité attendue pour le projet (cour camions d'une profondeur de 35 m entre la façade et la bande boisée) et l'intégration paysagère et urbanistique du projet : masque végétal de la partie basse de la façade et de la cour camions, sans masquer la partie haute du bâtiment émergeant au-dessus de cette bande boisée. Cette partie haute faisant l'objet d'un traitement architectural approfondi.

- Des massifs arborés. Ils sont constitués d'arbres à haute tige regroupés et disposés autour de l'espace de détente en stabilisé seront implantés au Nord dans les espaces verts, d'autres viendront ponctuer le site pour animer la hauteur du couvert végétal.
- Des arbres d'alignement. Les places de stationnement VL seront protégées toutes les trois places par une même essence d'arbre.
- Des haies. Une haie dense mono-spécifique limitera la vue sur la voirie interne depuis les bureaux du RDC.
- Un aménagement paysager dans les noues et bassin de rétention. Un panachage de plante est destiné au paysagement du bassin de rétention au Sud de la parcelle ainsi qu'aux deux bassins d'infiltration à l'Est. Ces plantes seront amenées à être sélectionnées et variantées selon les choix techniques de réalisation du bassin.
- Des massifs fleuris. Un panachage de différentes essences viendra mettre en valeur les entrées des bureaux, renforcer le morcellement des linéaires de stationnement et agrémenter l'entrée du site.

BANDES BOISEES :

- ALISIER TORMINAL – sorbus terminalis
- AUBEPINE MONOGYNE – Crataegus monogyna
- AULNE DE CORSE – alnus cordata
- BOURDAINE – frangula alnus
- CORNOUILLER SANGUIN – cornus sanguinea
- EGLANTIER SANGUIN – rosa canina aggr.

- FRENE COMMUN – *fraxinus excelsior*
- FUSAIN D'EUROPE – *euonymus europaeus*
- MERISIER – *prunus avium*
- NOISETIER – *corylus avellana*
- POIRIER SAUVAGE – *pyrus communis*
- POMMIER SAUVAGE – *malus sylvestris*
- PRUNELIER – *prunus spinosa*
- SAULE BLANC – *salix alba*
- SAULE POURPRE – *salix purpurae*
- SORBIER DES OISELEURS – *sorbus aucuparia*
- SUREAU NOIR – *sambucus nigra*
- ERABLE CHAMPETRE – *acer campestre*

MASSIFS ARBORES :

- TILLEUL A LARGES FEUILLES – *Tilia platyphyllos*
- TILLEUL A PETITES FEUILLES – *Tilia cordata*
- NOYER NOIR – *Juglans nigra*
- ERABLE SYCOMORE – *Acer pseudoplatanus*

ARBRES D'ALIGNEMENTS :

- ERABLE PLANE – *Acer platanoides*

HAIE :

- TROENE COMMUN / *ligustrum vulgare*

AMÉNAGEMENT PAYSAGER DANS LES NOUES ET BASSIN DE RETENTION :

- ANGELIQUE DES BOIS – *angelica sylvestris*
- LAICHE AIGUE – *carex acuta*
- LAICHE FAUSSE LAICHE AIGUE – *carex acutiformis*
- LAICHE ELEVEE – *carex elata*
- LAICHE PLEUREUR – *carex pendula*
- LAICHE DES RIVES – *carex riparia*
- EPILOBE HIRSUTE *epilobium hirsutum*
- EUPATOIRE CHANVRINE – *eupatorium cannabinum*
- REINE DES PRES – *filipendula ulmaria*
- IRIS DES MARAIS – *iris pseudacorus*
- LYCOPE D'EUROPE – *lycopus europaeus*
- LYSIMAQUE VULGAIRE – *lysimachia vulgaris*
- SALICAIRE – *lythrum salicaria*
- BALDINGERE – *phalaris arundinacea*
- SCIRPE DES BOIS – *scirpus sylvaticus*
- EPIAIRE DES MARAIS – *stachys palustris*
- VALERIANE OFFICINALE – *valeriana officinalis*

MASSIFS FLEURIS :

- SAUGE D'AFGHANISTAN – *perovskia atriplicifolia*
- CHEVEUX D'ANGE – *Stipa tenuifolia*
- GAURA BLANC – *Oenothera lindheimeri*
- VERVEINE DE BUENOS AIRES – *Verbena bonariensis*
- BOUILLON BLANC – *Verbascum olympicum*

VII - LE TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES

Les eaux pluviales de toiture sont recueillies dans deux bassins de rétention situés à l'Est.

Les eaux pluviales des voiries sont recueillies dans le bassin de rétention situé au sud. Les eaux des trois bassins sont renvoyées au bassin public situé au Sud-Est de la parcelle avec débit de fuite limité à 3 l/s/ha conformément au PLU.

Voir la notice hydraulique de gestion des EP jointe au dossier