RG Consultant
INGÉNIERIE FOUDRE

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

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

Qualifoudre INERIS N° 071179534036

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

FÉDÉRATION CINOV
N° d'adhésion 2508

# ÉTUDE TECHNIQUE FOUDRE

# PROLOGIS LE HAVRE DC9-DC10 SANDOUVILLE (76)

PROLOGIS®

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

# PROLOGIS LE HAVRE DC9-DC10 SANDOUVILLE (76)

| Référence document |
|---|
| **RGC 24 720** |


**RESUME :**

Ce document représente l'Etude Technique de deux entrepôts (**DC9 et DC10**) de la société **PROLOGIS**, situé sur la commune de **SANDOUVILLE** dans le département de la **Seine Maritime (76).**

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

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

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


| Rédacteur | Vérification | Révision |
|---|---|---|
| Nom : **Guillaume JULIEN**<br>Date : 31/10/2019<br>Visa | Nom : **Yoni GARCIA**<br>Date : 13/11/2019<br>Visa | **B** |

**DIFFUSION :**

| | |
|---|---|
| **PROLOGIS MANAGEMENT SERVICES EURL 3**<br><br>Avenue Hoche<br>75384 PARIS CEDEX 08<br>Tél : +331 48 14 55 55 | **RG CONSULTANT**<br><br>25 Avenue des saules<br>69600 OULLINS<br>Tél. : +334 37 41 16 10<br>Fax : +334 72 30 13 36<br>Email : info@rg-consultant.com |

## TABLE DES MODIFICATIONS

| Rév | Chrono secrétariat | Date | Objet |
|---|---|---|---|
| A | RGC 24 720 | 31/10/2019 | Étude Technique |
| B | RGC 24 720 | 15/11/2019 | Modification suite à la demande du client |

## LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR PROLOGIS

| INTITULE | Fournis | Référence / Auteur |
|---|---|---|
| Etude des Dangers ou Résumé non technique | Oui | |
| Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant) | Oui | |
| P.O.I (Plan d'Opération Interne) | Non | |
| Liste et implantation des EIPS ou MMR | Oui | |
| Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité) | Oui | |
| Synoptique Courant fort | Non | |
| Synoptique Courant faible | Non | |
| Plan de masse | Oui | |
| Plan de coupe | Oui | |
| Plan des façades | Oui | |
| Plan de zonage ATEX | Non | |
| Analyse de Risque Foudre par RGC | Oui | RGC 24 718 |

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

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

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

# SOMMAIRE

**1. INTRODUCTION ..... 5**

1.1 OBJET ..... 5
1.2 PRESENTATION GENERALE DU SITE ..... 6

**2. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES ..... 7**

2.1 TEXTES REGLEMENTAIRES ..... 7
2.2 NORMES DE REFERENCES ..... 7

**3. MÉTHODOLOGIE ..... 8**

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

**4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE FOUDRE ..... 9**

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

**5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS ..... 10**

5.1 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS ..... 10
5.2 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES ..... 10
5.3 PROTECTION INCENDIE ..... 10
5.4 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS ..... 10
5.5 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES ..... 10
5.6 SITUATIONS REGLEMENTAIRES ..... 11
5.7 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION ..... 17
5.8 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES ..... 18

**6. TRAVAUX A REALISER - EFFETS DIRECTS DE LA FOUDRE ..... 18**

6.1 DISPOSITIONS GENERALES ..... 18
6.2 DIFFERENTS TYPES D'I.E.P.F ..... 19
6.3 CHOIX DU TYPE D'I.E.P.F ..... 21
6.4 MISE EN ŒUVRE DE L'I.E.P.F ..... 22
*6.4.1 Entrepôts DC9 ..... 22*
*6.4.2 Entrepôt DC10 ..... 24*
*6.4.3 Dispositifs de descente et mise à la terre ..... 26*
*6.4.4 Mise à la terre des canalisations entrante ..... 33*

**7. TRAVAUX A REALISER - EFFETS INDIRECTS DE LA FOUDRE ..... 34**

7.1 PROTECTION DES COURANTS FORTS ..... 35
*7.1.1 Détermination des caractéristiques des parafoudres type I et I + II ..... 35*
*7.1.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II ..... 36*
*7.1.3 Raccordement ..... 37*
*7.1.4 Dispositif de deconnexion ..... 37*
7.2 PROTECTION DES LIGNES DE TELECOMMUNICATION ..... 39

**8. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX ..... 41**

**9. REALISATION DES TRAVAUX ..... 42**

**10. VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS ..... 42**

10.1 VERIFICATION INITIALE ..... 42
10.2 VERIFICATIONS PERIODIQUES ..... 43

10.3 VERIFICATIONS SUPPLEMENTAIRES ..... 43

**11. TABLEAU DE SYNTHESE ..... 44**

# ANNEXES

**Annexe 1** : Note de calcul de la distance de séparation

**Annexe 2** : Notice de Vérification et de Maintenance

**Annexe 3** : Lexique

# 1. INTRODUCTION

## 1.1 Objet

Dans le cadre de la création d'entrepôts DC9 et DC10 de la société **PROLOGIS** basé sur la commune de **SANDOUVILLE**, une Etude technique est réalisée.

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

L'Etude Technique, objet de ce document, est réalisée sur la base des résultats de l'Analyse du Risque Foudre réalisée par **RG Consultant**, détaillés dans le rapport **RGC 24 718**.

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

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

## 1.2 Présentation générale du site

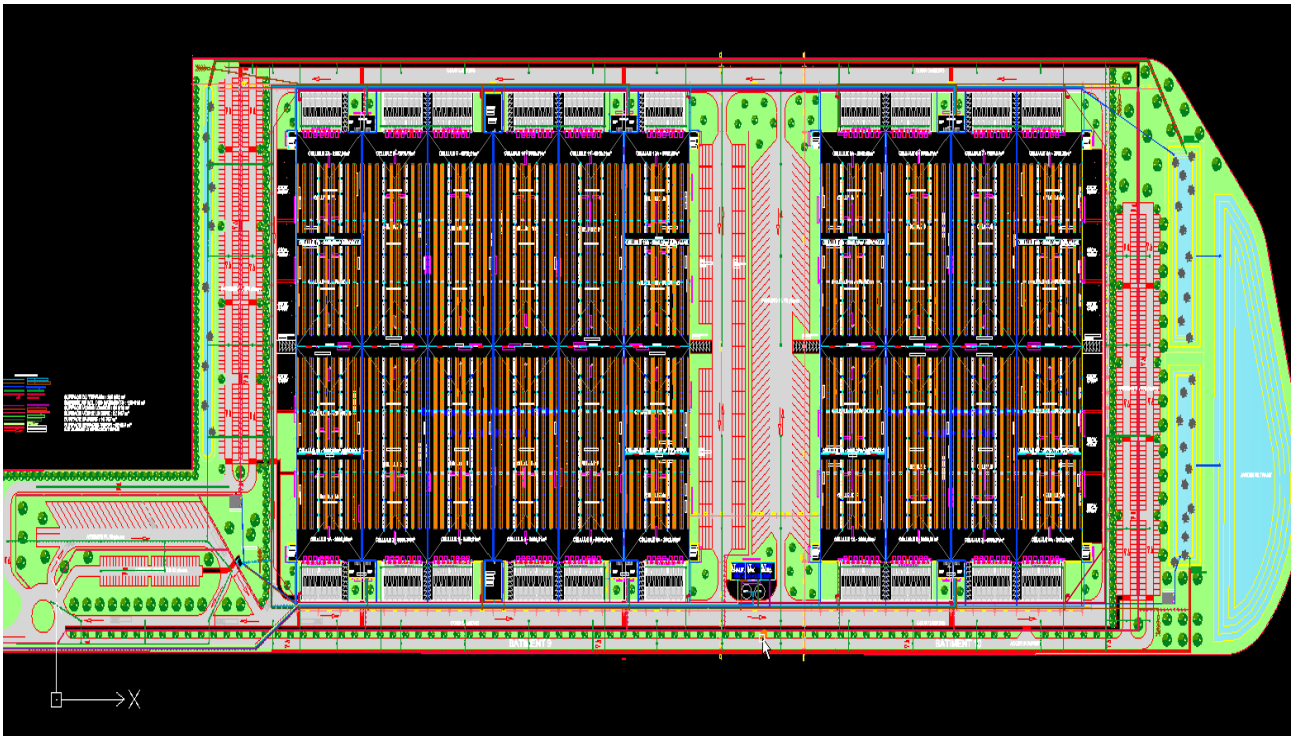


**Photo n°1** : Vue aérienne du site existant (Source DraftSight 2018x64)

Le site sera composé de deux bâtiments, abritant une surface de 72 000 m² pour l'entrepôt DC9, et d'une surface de 48 000 m² pour l'entrepôt DC10.

# 2. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES

## 2.1 Textes réglementaires

**Arrêté du 4 octobre 2010** modifié par **l'arrêté du 11 mai 2015** relatif à la protection contre la **foudre** de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.

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

## 2.2 Normes de références

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

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

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

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

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

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

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

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

**NF EN 61 643-12** – Parafoudres BT

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

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

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

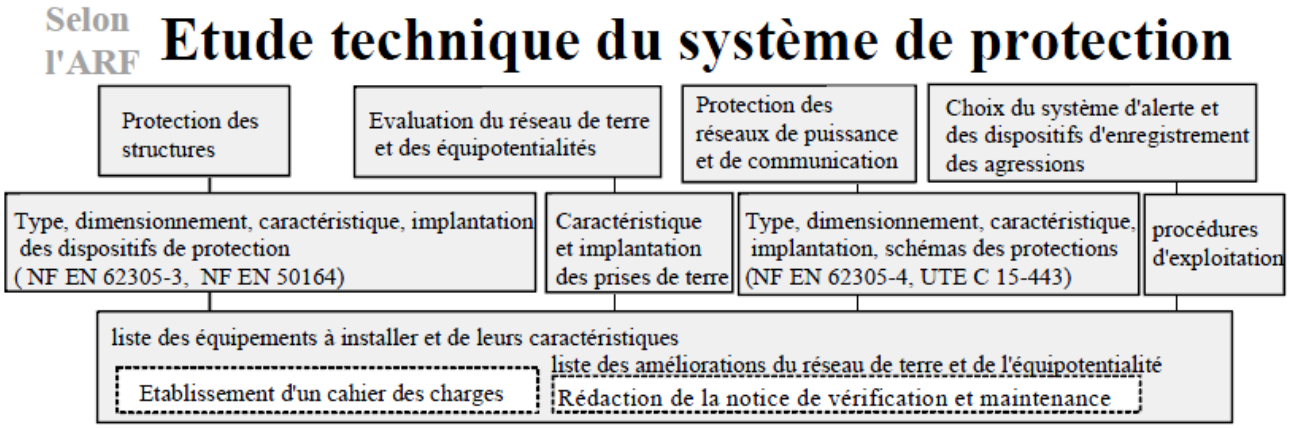
**CEI 61 643-22** – novembre 2004 [Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications – Principes de choix et d'application].

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

# 3. MÉTHODOLOGIE

## 3.1 Présentation générale

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




## 3.2 Limite de l'Étude Technique

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

**Elle ne concerne pas :**

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

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

# 4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE FOUDRE

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

| *Structure* | *Protection effets directs* | *Protection effets indirects* |
|---|---|---|
| ***Entrepôt DC 9*** | Protection de **niveau IV** | Protection par parafoudres de **niveau IV** |
| ***Entrepôt DC 10*** | Protection de **niveau IV** | Protection par parafoudres de **niveau IV** |
| ***Local Sprinkler + chaufferie + transfo*** | Auto-protégé | Protection par parafoudres de **niveau IV** |
| ***MMR*** | Sans Objet | A protéger par des parafoudres de type 2 pour :<br>- Détection incendie<br>- Report d'alarme incendie<br>- Détection gaz<br>- Détection intrusion<br>- Onduleurs / informatique / Autocommutateurs<br>- Vidéo-surveillance |
| ***Canalisations métalliques*** | Liaison équipotentielle à prévoir pour :<br>- Gaz<br>- Sprinkler<br>- Autres... | Sans Objet |

## 4.2 Mesures de prévention en cas d'orage

L'Analyse du Risque Foudre ne prévoit pas de mesure de prévention particulière à mettre en place en cas d'orage.

# 5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS

## 5.1 Caractéristiques des courants forts

Le site sera alimenté par une ligne EDF 20 KV, qui alimentera un poste de transformation situé dans le local électrique spécifique constitué de murs coupe-feu 2 heures.

Ce poste sera sec ou à huile. Dans ce dernier cas, un bac de rétention sera mis en place.

A ce stade, aucun groupe électrogène n'est prévu sur le site.

## 5.2 Caractéristiques des courants faibles

Le projet sera raccordé au réseau Télécom via une ligne cuivre souterraine vers la zone administrative.
Les lignes de sécurité suivantes ont pu être identifiées :

- Ligne report d'alarme intrusion/incendie.

## 5.3 Protection incendie

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

- Extincteurs et RIA,
- Détection incendie,
- Sprinkler,
- Murs coupe-feu 2h et 4h.

## 5.4 Mise à la terre des installations

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

## 5.5 Liste des canalisations entrantes et sortantes

A ce stade de l'étude, nous ne possédons pas de précision concernant la liste des canalisations entrantes et sortantes des cellules DC9 et DC10.

| Zone | Nom | Matière | Mise à la terre |
|---|---|---|---|
| ENSEMBLE SITE | Gaz | Métallique | A définir |
| | Sprinkler | Métallique | A définir |
| | Eau | Non définis | A définir |
| | Chaufferie | Non définis | A définir |
| | Eau pluviale | Non définis | A définir |
| | Eau usées | Non définis | A définir |

**Source :** Selon retour d'expérience.

### 5.6 Situations Règlementaires

Les activités Classées au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et visées par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié sont les suivantes :

| Rubrique | Désignation de la rubrique | Situation de l'établissement | Régime – Rayon d'affichage |
|---|---|---|---|
| 1436 | **Stockage ou emploi de liquides combustibles de point éclair compris entre 60 °C et 93 °C**<br>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant:<br>1. Supérieure ou égale à 1 000 t (A)<br>2. Supérieure ou égale à 100 t mais inférieure à 1000 t(DC) | **Quantité stockée maximale: 1200 t** | **A –2 km** |
| 1450 | **Solides inflammables (stockage ou emploi de)**<br>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :<br>1) Supérieure ou égale à 1 t (A)<br>2) Supérieure à 50 kg, mais inférieure à 1 t (D) | **Quantité stockée maximale: 50 t** | **A –1 km** |
| 1510 | Entrepôt couvert pouvant abriter plus de 500 t de matières combustibles<br>Le volume des entrepôts étant :<br>1. Supérieur ou égal à 300 000 m³-A.<br>2. Supérieur ou égal à 50 000 m³ mais inférieur à 300 000 m³-E.<br>3. Supérieur ou égal à 5 000 m³ mais inférieur à 50 000 m³-DC. | **Volume total entrepôt** =<br>20 cellules de surface unitaire moyenne de 6000m² et de hauteur au faitage de 13,7m soit un volume total 1644000 m³ **comprenant une quantité de matières combustibles supérieure à 500 t** | **A –1 km** |
| 1511 | Entrepôt frigorifique<br>Le volume susceptible d'être stocké étant:<br>1. Supérieur ou égal à 150 000 m³-A<br>2. Supérieur ou égal à 50 000 m³ mais inférieur à 150 000 m³-E<br>3. Supérieur ou égal à 5 000 m³ mais inférieur à 50 000 m³-DC | Volume total de: **348000 m³** | **A –1 km** |
| 1530 | Dépôt de papier, cartons et matériaux combustibles analogues<br>1. Supérieur 50 000 m³-A<br>2. Supérieur ou égal à 1000 m³ mais inférieur à 40 000 m³-E<br>3. Supérieur ou égal à 100 m³ mais inférieur à 1000 m³-DC | Volume total de: **348000 m³** | **A –1 km** |

| Rubrique | Désignation de la rubrique | Situation de l'établissement | Régime – Rayon d'affichage |
|---|---|---|---|
| 1532 | **Bois ou matériaux combustibles analogues y compris les produits finis conditionnés et les produits ou déchets répondant à la définition de la biomasse et visés par la rubrique 2910-A, ne relevant pas de la rubrique 1531 (stockage de), à l'exception des établissements recevant du public**.<br>Le volume susceptible d'être stocké étant :<br>1. Supérieure à 50 000 m³ (A)<br>2. Supérieur à 20 000 m³ mais inférieur ou égal à 50 000 m³ (E)<br>3. Supérieure à 1 000 m³ mais inférieure ou égale à 20 000 m (D) | Volume total de:<br>**348000 m³** | **A –1 km** |
| 2662 | **Dépôt de bois sec ou matériaux combustibles analogues**<br>1. Supérieur 40 000 m³-A<br>2. Supérieur ou égal à 50 000 m³ mais inférieur à 150 000 m³-E<br>3. Supérieur ou égal à 5 000 m³ mais inférieur à 50 000 m³-D | Volume total de:<br>**348000 m³** | **A –2 km** |
| 2663-1 | **Stockage de polymères (matières plastiques, caoutchouc, élastomères, résines et adhésifs synthétiques).**<br>1. A l'état alvéolaire ou expansé tels que mousse de latex, de polyuréthane, de polystyrène, etc., le volume susceptible d'être stocké étant:<br>a) Supérieur ou égal à 45 000 m³-A<br>b) Supérieur ou égal à 2 000 m³ mais inférieur à 45 000 m³-E<br>c) Supérieur ou égal à 200 m³ mais inférieur à 2 000 m³.-D | Volume total de:<br>**348000 m³** | **A –2 km** |
| 2663-2 | **Stockage de polymères (matières plastiques, caoutchouc, élastomères, résines et adhésifs synthétiques).**<br>2. Dans les autres cas et pour les pneumatiques, le volume susceptible d'être stocké étant :<br>a) Supérieur ou égal à 80 000 m³-A<br>b) Supérieur ou égal à 10 000 m³ mais inférieur à 80 000 m³-E<br>c) Supérieur ou égal à 1 000 m³ mais inférieur à 10 000 m³-D | Volume total de:<br>**348000 m³** | **A –2 km** |

| Rubrique | Désignation de la rubrique | Situation de l'établissement | Régime – Rayon d'affichage |
|---|---|---|---|
| **4320** | **Aérosols extrêmement inflammables ou inflammables de catégorie 1 ou 2 contenant des gaz inflammables de catégorie 1 ou 2 ou des liquides inflammables de catégorie 1**.<br>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :<br>1. Supérieure ou égale à 150 t –A<br>2. Supérieure ou égale à 15 t et inférieure à 150 t –D<br>Quantité seuil bas: 150 t<br>Quantité seuil haut : 500 t | **Quantité stockée maximale: 300 t*** | **A –2 km Seuil Seveso Bas** |
| **4330** | **Liquides inflammables de catégorie 1, liquides inflammables maintenus à une température supérieure à leur point d'ébullition, autres liquides de point éclair inférieur ou égal à 60 °C maintenus à une température supérieure à leur température d'ébullition ou dans des conditions particulières de traitement, telles qu'une pression ou une température élevée**.<br>La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines étant :<br>1. Supérieure ou égale à 10 t –A<br>2. Supérieure ou égale à 1 t mais inférieure à 10 t –DC<br>Quantité seuil bas: 10 t.<br>Quantité seuil haut : 50 t. | **Quantité stockée maximale: 10 t*** | **A –2 km** |
| **4331** | **Liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la rubrique 4330**<br>La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines étant :<br>1. Supérieure ou égale à 1 000 t –A<br>2. Supérieure ou égale à 100 t mais inférieure à 1 000 t –E<br>3. Supérieure ou égale à 50 t mais inférieure à 100 t –DC<br>Quantité seuil bas : 5 000 t<br>Quantité seuil haut : 50 000 t | **Quantité stockée maximale: 1200 t*** | **A –2 km** |

| Rubrique | Désignation de la rubrique | Situation de l'établissement | Régime – Rayon d'affichage |
|---|---|---|---|
| **4755** | **Alcool de bouche d'origine agricole et leurs constituants (distillats, infusions, alcool éthylique d'origine agricole, extraits et arômes) présentant des propriétés équivalentes aux substances classées dans les catégories 2 ou 3 des liquides inflammables**.<br>1. La quantité susceptible d'être présente étant supérieure ou égale à 5 000 t –A<br>2. Dans les autres cas et lorsque le titre alcoométrique volumique est supérieur 40 % : la quantité susceptible d'être présente étant:<br>a) Supérieure ou égale à 500 m³ -A<br>b) Supérieure ou égale à 50 m³ -DC<br>Quantité seuil bas: 5 000 t<br>Quantité seuil haut : 50 000 t | **Quantité maximale stockée: 5 000 t* (environ 5000 m3) dont 600 m³ de plus de 40°** | **A –2 km** |

| Rubrique | Désignation de la rubrique | Situation de l'établissement | Régime – Rayon d'affichage |
|---|---|---|---|
| **1185** | **Gaz à effet de serre fluorés**<br>2. Emploi dans des équipements clos en exploitation.<br>a) Equipements frigorifiques ou climatiques (y compris pompe à chaleur) de capacité unitaire supérieure à 2 kg, la quantité cumulée de fluide susceptible d'être présente dans l'installation étant supérieure ou égale à 300 kg –DC<br>b) Equipements d'extinction, la quantité cumulée de fluide susceptible d'être présente dans l'installation étant supérieure à 200 kg -D | **Quantité stockée maximale: 80 t**** | **DC** |
| **2910** | **Combustion à l'exclusion des installations visées par les rubriques 2770 et 2771**.<br>A. Lorsque l'installation consomme exclusivement, seuls ou en mélange, du gaz naturel, si la puissance thermique nominale de l'installation est:<br>1. Supérieure ou égale à 20 MW –A<br>2. Supérieure à 1 MW, mais inférieure à 20 MW -DC | **1 chaudière de 2,5MW Puissance totale 2,5MW** | **DC** |
| **2925** | **Ateliers de charge d'accumulateurs**<br>La puissance maximale de courant continu utilisable pour cette opération étant supérieure à 50 kW –D | **2Ateliersde charge Puissance totale: 600kW** | **DC** |

| Rubrique | Désignation de la rubrique | Situation de l'établissement | Régime – Rayon d'affichage |
|---|---|---|---|
| **4734** | **Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution : essences et naphtas ; kérosènes (carburants d'aviation compris) ; gazoles (gazole diesel, gazole de chauffage domestique et mélanges de gazoles compris)**.<br>La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations, y compris dans les cavités souterraines étant :<br>1. Pour les cavités souterraines et les stockages enterrés :<br>a) Supérieure ou égale à 2 500 t –A<br>b) Supérieure ou égale à 1 000 t mais inférieure à 2 500 t –E<br>c) Supérieure ou égale à 50 t d'essence ou 250 t au total, mais inférieure à 1 000 t au total DC<br>2. Pour les autres stockages :<br>a)Supérieure ou égale à 1 000 t –A<br>b) Supérieure ou égale à 100 t d'essence ou 500 t au total, mais inférieure à 1 000 t au total –E<br>c) Supérieure ou égale à 50 t au total, mais inférieure à 100 t d'essence et inférieure à 500 t au total –DC<br>Quantité Seuil bas : 2 500 t.<br>Quantité Seveso haut : 25 000 t. | **Quantité stockée maximale:<br>50 t**** | **DC** |

| Rubrique | Désignation de la rubrique | Situation de l'établissement | Régime – Rayon d'affichage |
|---|---|---|---|
| **4321** | **Aérosols extrêmement inflammables ou inflammables de catégorie 1 ou 2 ne contenant pas de gaz inflammables de catégorie 1 ou 2 ou des liquides inflammables de catégorie 1**.<br>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :<br>1. Supérieure ou égale à 5 000 t –A<br>2. Supérieure ou égale à 500 t et inférieure à 5 000 t –D<br>Quantité seuil bas: 5 000 t<br>Quantité seuil haut : 50 000 t | **Quantité stockée maximale: 400 t**** | **NC** |
| **4510** | **Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aiguë 1 ou chronique 1**.<br>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :<br>1. Supérieure ou égale à 100 t –A<br>2. Supérieure ou égale à 20 t et inférieure à 100 t –DC<br>Quantité seuil bas: 100 t<br>Quantité seuil haut : 200 t | **Quantité stockée maximale: 99 t**** | **NC** |
| **4511** | **Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie chronique 2**.<br>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :<br>1. Supérieure ou égale à 200 t –A<br>2. Supérieure ou égale à 100 t et inférieure à 200 t –DC<br>Quantité seuil bas: 200 t<br>Quantité seuil haut : 500 t | **Quantité stockée maximale: 199 t**** | **NC** |

| Rubrique | Désignation de la rubrique | Situation de l'établissement | Régime – Rayon d'affichage |
|---|---|---|---|
| **4718** | **Gaz inflammables liquéfiés de catégorie 1 et 2 (y compris GPL) et gaz naturel (y compris biogaz affiné)**.<br>La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations étant :<br>1. Pour le stockage en récipients à pression transportables<br>a. Supérieure ou égale à 35 t –A<br>b. Supérieure ou égale à 6 t mais inférieure à 35 t –DC<br>2. Pour les autres installations<br>a. supérieure ou égale à 50 t –A<br>b. Supérieure ou égale à 6 t mais inférieure à 50 t –DC<br>Quantité seuil bas au sens de l'article R. 511-10 : 50 t.<br>Quantité seuil haut au sens de l'article R. 511-10 : 200 t. | **Quantité stockée maximale: 5 t*** | **NC** |
| **4741** | **Les mélanges d'hypochlorite de sodium classés dans la catégorie de toxicité aquatique aiguë 1 [H400] contenant moins de 5 % de chlore actif et non classés dans aucune des autres classes, catégories et mentions de danger visées dans les autres rubriques pour autant que le mélange en l'absence d'hypochlorite de sodiumne serait pas classé dans la catégorie de toxicité aiguë 1 [H400]**.<br>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :<br>1. Supérieure ou égale à 200 t –A<br>2. Supérieure ou égale à 20 t et inférieure à 200 t –DC<br>Quantité seuil bas: 200 t<br>Quantité seuil haut : 500 t | **Quantité stockée maximale: 199 t*** | **NC** |

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

### 5.7 Zones à risques d'explosion

Aucune information ne nous a été transmise à ce stade de l'étude concernant les éventuelles zones ATEX sur site. Nous considérons néanmoins les zones suivantes :

- Locaux de charge,
- Chaufferie.

### 5.8 Mesures de maîtrise des risques

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

| Organes de sécurité | Susceptibilité à la foudre |
|---|---|
| Détection incendie | Oui |
| Centrale de report d'alarme incendie | Oui |
| Centrales de détection intrusion | Oui |
| Centrale de détection gaz | Oui |
| Onduleurs/informatique/Autocommutateurs | Oui |
| Vidéo-surveillance | Oui |
| Extincteur | Non |
| RIA | Non / Oui si surpresseur |
| Sprinkler | Oui |

**Source :** Selon les informations transmises par la société **PROLOGIS**.

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

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

### 6.1 Dispositions générales

Son rôle est :

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

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

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

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

### 6.2 Différents types d'I.E.P.F

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

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

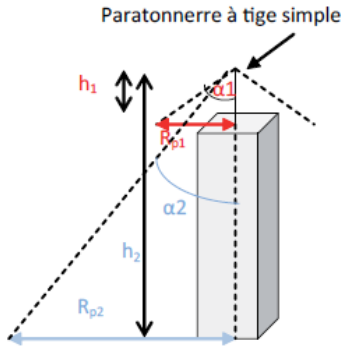
Ils peuvent être constitués par une combinaison des composants suivants :
- tiges simples,
- fils tendus,
- cages maillées et/ou composants naturels…

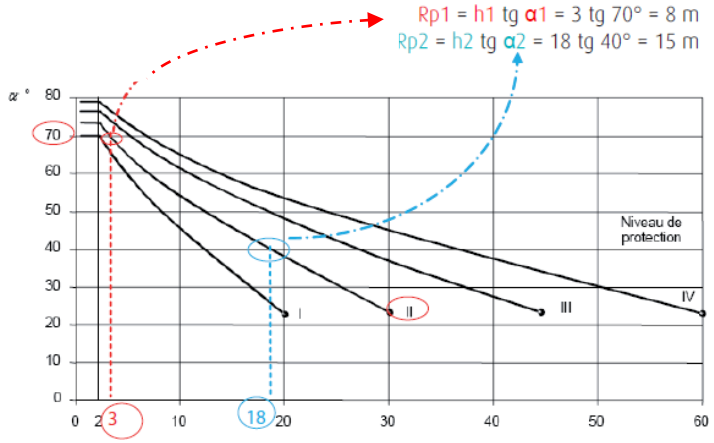
Ces composants doivent être installés aux coins, aux points exposés et sur les rebords suivant 3 méthodes :

- **Tiges simples**

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

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

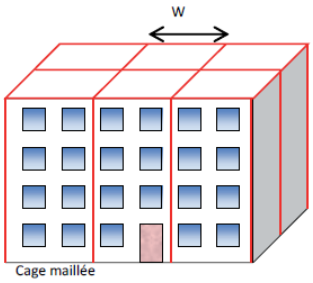



*<u>Détermination de l'angle de protection en fonction de la hauteur de la tige du paratonnerre et du niveau de protection</u>*

- **Cages maillées**

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

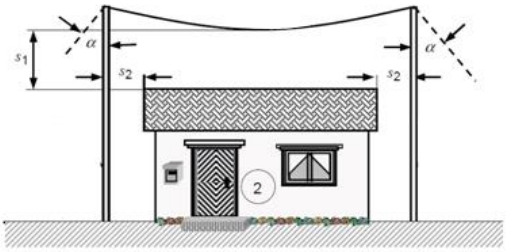


| Niveau de protection Issu de l'ARF | Taille des mailles | Distances typiques entre les conducteurs (W) |
|---|---|---|
| IV | 20 m x 20 m | 20 m |
| III | 15 m x 15 m | 15 m |
| II | 10 m x 10 m | 10 m |
| I | 5 m x 5 m | 10 m |

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

- **Fils tendus**

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




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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 6.4 Mise en œuvre de l'I.E.P.F

### *6.4.1 Entrepôts DC9*

#### *6.4.1.1 Niveau de protection à atteindre*

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

#### *6.4.1.2 Dispositif de capture*

Les travaux à mettre en œuvre sont :

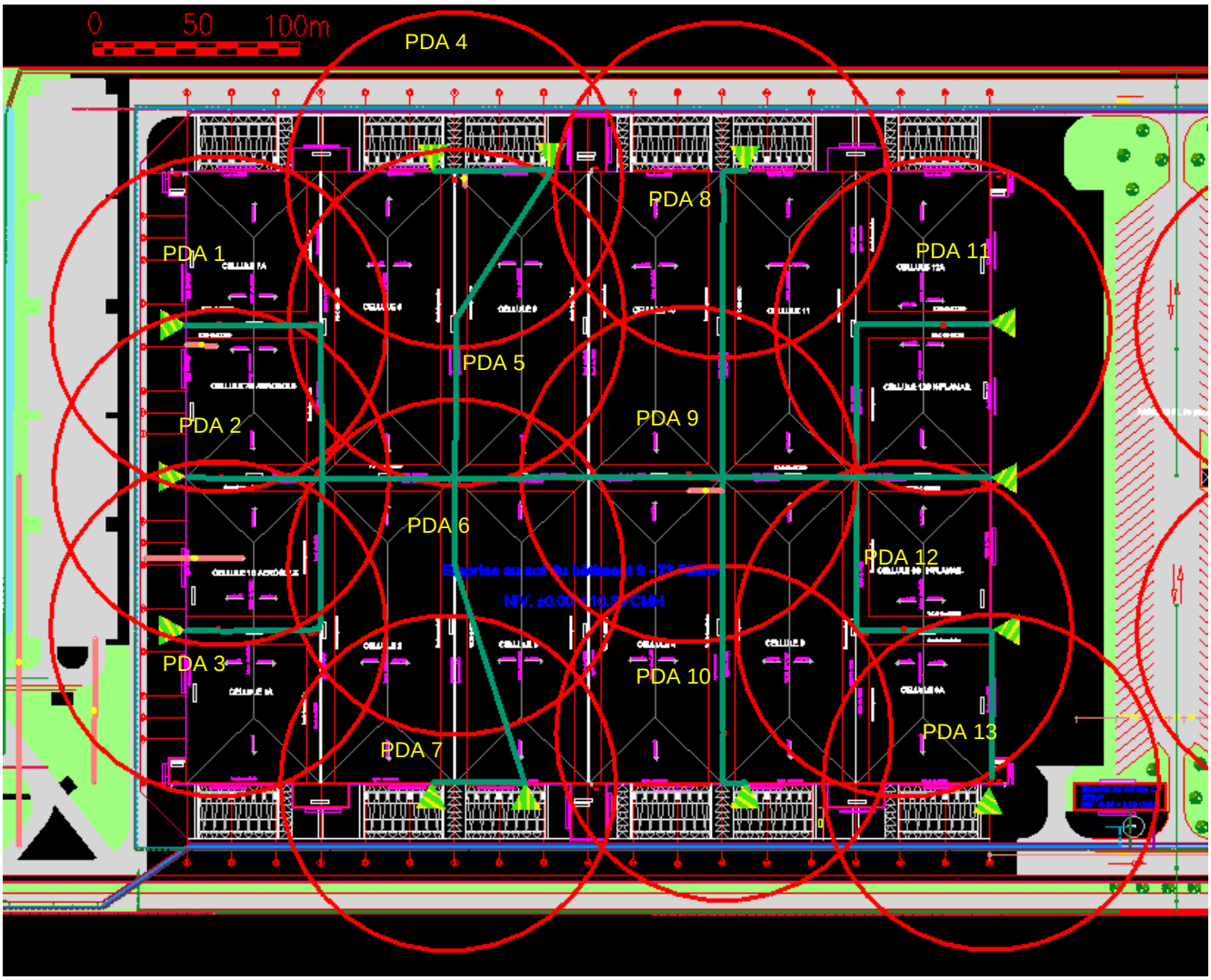
- L'installation de **13 PDA** testables à distance selon les recommandations du fabricant (l'installateur devra fournir à l'exploitant le système de test en même temps que les PDA),

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

| Paratonnerre | Hauteur des mâts | Δt | Niveau de protection | Rayon de protection |
|---|---|---|---|---|
| 13 PDA | 5 mètres | 60 µs | IV | 64,2 m |

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

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




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

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

### *6.4.2 Entrepôt DC10*

#### *6.4.2.1 Niveau de protection à atteindre*

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

#### *6.4.2.2 Dispositif de capture*

Les travaux à mettre en œuvre sont :

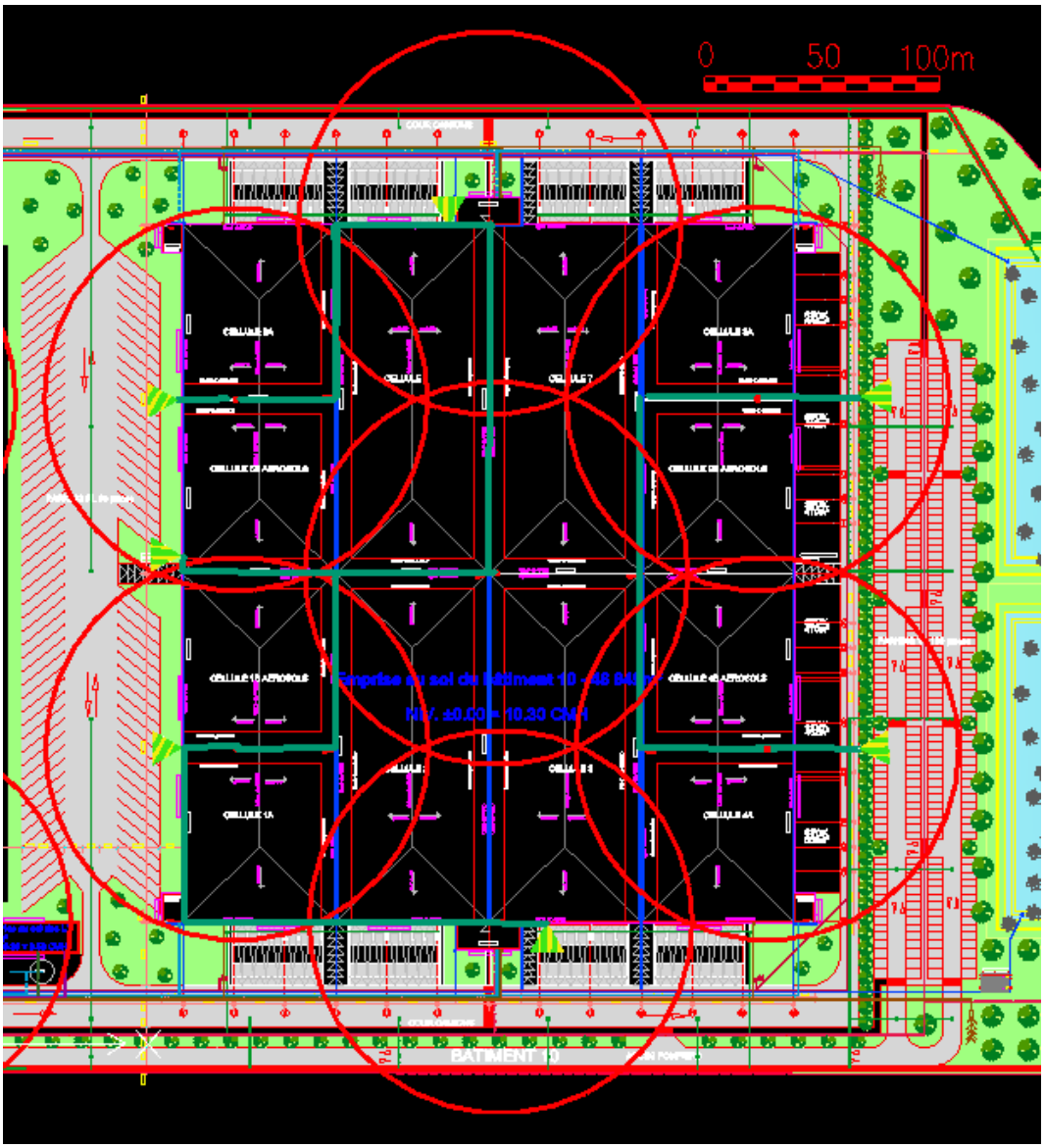
- L'installation de **7 PDA** testables à distance selon les recommandations du fabricant (l'installateur devra fournir à l'exploitant le système de test en même temps que les PDA),

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

| Paratonnerre | Hauteur des mâts | Δt | Niveau de protection | Rayon de protection |
|---|---|---|---|---|
| 7 PDA | 5 mètres | 60 µs | IV | 64,2 m |

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

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




**Plan n°2 :** Implantation des paratonnerres, conducteurs de descente et prises de terre

| Légende : | | | |
|---|---|---|---|
| | Rayon de protection 64,2 m (réduction des 40% appliquée) | | PDA sur mât de 6 m |
| | Prise de terre à créer | | Conducteur de descente à créer |

### 6.4.3 Dispositifs de descente et mise à la terre

#### 6.4.3.1 Conducteurs de descente

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

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

| | PDA 1 | PDA 2 | PDA 3 | PDA 4 | PDA 5 | PDA 6 | PDA 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Distance de séparation dans l'air | 0.9 m | 0.9 m | 0.9 m | 0.8 m | 2.5 m | 3 m | 0.6 m |
| Distance de séparation dans le béton | 1.7 m | 1.8 m | 1.7 m | 1.6 m | 4.8 m | 6 m | 1.2 m |

| | PDA 8 | PDA 9 | PDA 10 | PDA 11 | PDA 12 | PDA 13 | PDA 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Distance de séparation dans l'air | 0.9 m | 3.9 m | 1.3 m | 1 m | 1.4 m | 0.5 m | 1 m |
| Distance de séparation dans le béton | 1.8 m | 7.8 m | 2.6 m | 2 m | 2.9 m | 0.9 m | 2 m |

| | PDA 15 | PDA 16 | PDA 17 | PDA 18 | PDA 19 | PDA 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Distance de séparation dans l'air | 1 m | 0.9 m | 3.8 m | 0.9 m | 1.5 m | 1.4 m |
| Distance de séparation dans le béton | 2 m | 1.7 m | 7.5 m | 1.8 m | 3 m | 2.7 m |

**L'ensemble des masses métalliques (skydomes, exutoires, crinolines, aérothermes) et des carcasses des spots d'éclairages/caméras devront être interconnectés au dispositif de descente par un conducteur de même nature que celui-ci en cas de non-respect de cette distance de séparation.**

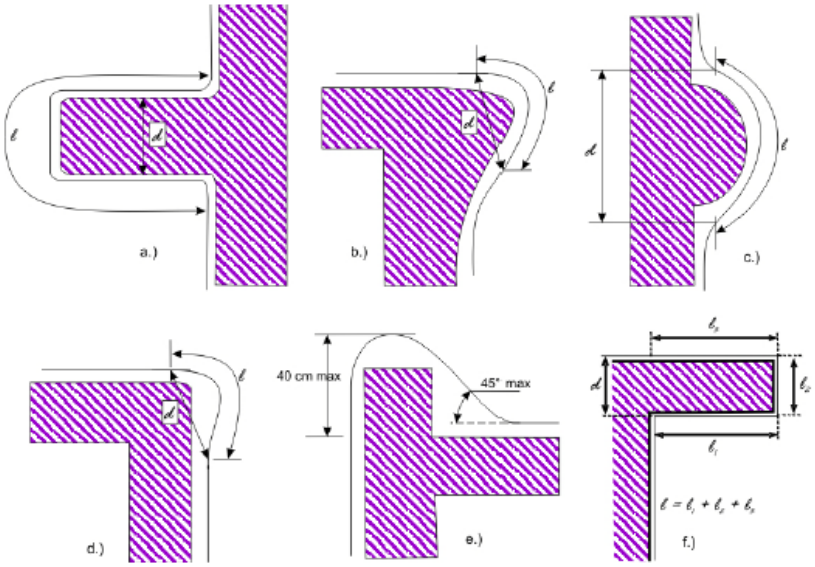
**Les courants forts/faibles devront être blindés (caméras, antenne hertzienne) ou protégés à l'aide de parafoudres (parafoudres BT et coaxiaux) en cas de non-respect de cette distance de séparation.**

#### 6.4.3.2 *Cheminement des conducteurs de descente*

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

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

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




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

**Figure 4 – Formes de courbure des conducteurs de descente**

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

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

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

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

#### 6.4.3.3 *Matériaux et dimensions*

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

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

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

#### 6.4.3.4 *Joint de contrôle*

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

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

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

#### 6.4.3.5 *Compteur de coups de foudre*

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

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

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

#### 6.4.3.6 *Autorisation d'intervention à proximité des réseaux*

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

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

#### *6.4.3.7 Prise de terre*

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

Au total, **20 prises de terre** devront être créées afin de relier les installations à la terre.

**Les prises de terre des PDA** doivent satisfaire les exigences suivantes :

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

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

- Patte d'oie

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

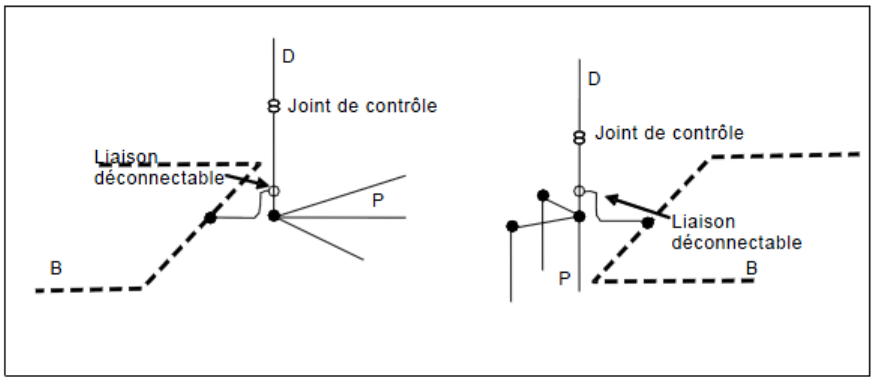
Exemple : trois conducteurs de 7 m à 8 m de long, enterrés à l'horizontale, à une profondeur minimum de 50 cm.

- Prise de terre ligne ou triangle

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

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

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




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

Schéma de principe « prise de terre type A »

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

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

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

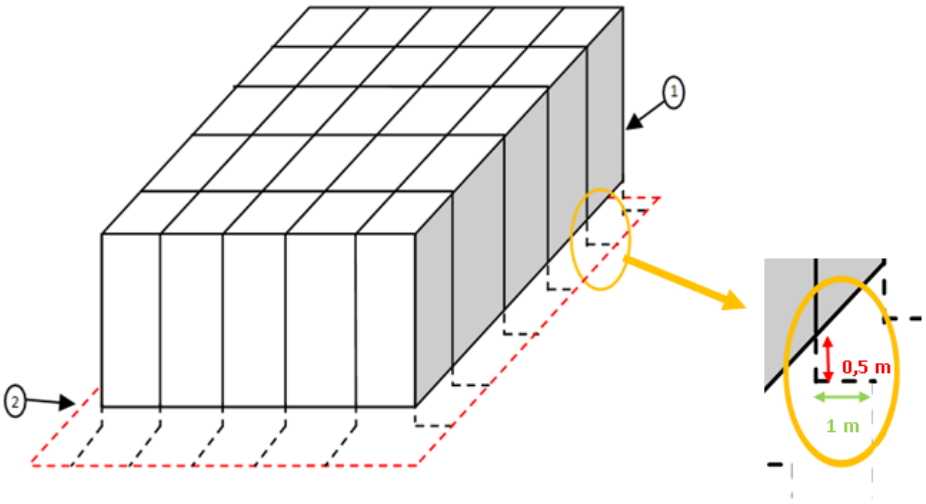



Schéma de principe « prise de terre type B »

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

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

| Matériau | Configuration | Dimensions minimales | |
|---|---|---|---|
| | | Électrode de terre | Conducteur de terre |
| Cuivre | Torsadé, rond plein, plaquer pleine (épaisseur min. 2 mm) | | 50 mm² |
| | 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 inoxy-dable | Rond plein | ø 15 mm | ø 10 mm |

### *6.4.3.8 Dispositions complémentaires pour les prises de terre de PDA*

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

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

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

- **100 m pour les niveaux de protection II, III et IV**.

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

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

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

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

- 160 m pour le niveau de protection I (respectivement 100 m pour les autres niveaux de protection) pour une électrode horizontale ;
- 80 m pour le niveau de protection I (respectivement 50 m pour les autres niveaux de protection) pour les électrodes verticales ;

- ou une combinaison telle qu'expliquée ci-avant pour une prise de terre de Type A.

*6.4.3.9 Equipotentialité des prises de terres*

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

*6.4.3.10 Condition de proximité*

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

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

*6.4.3.11 Tension de contact et de pas*

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

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

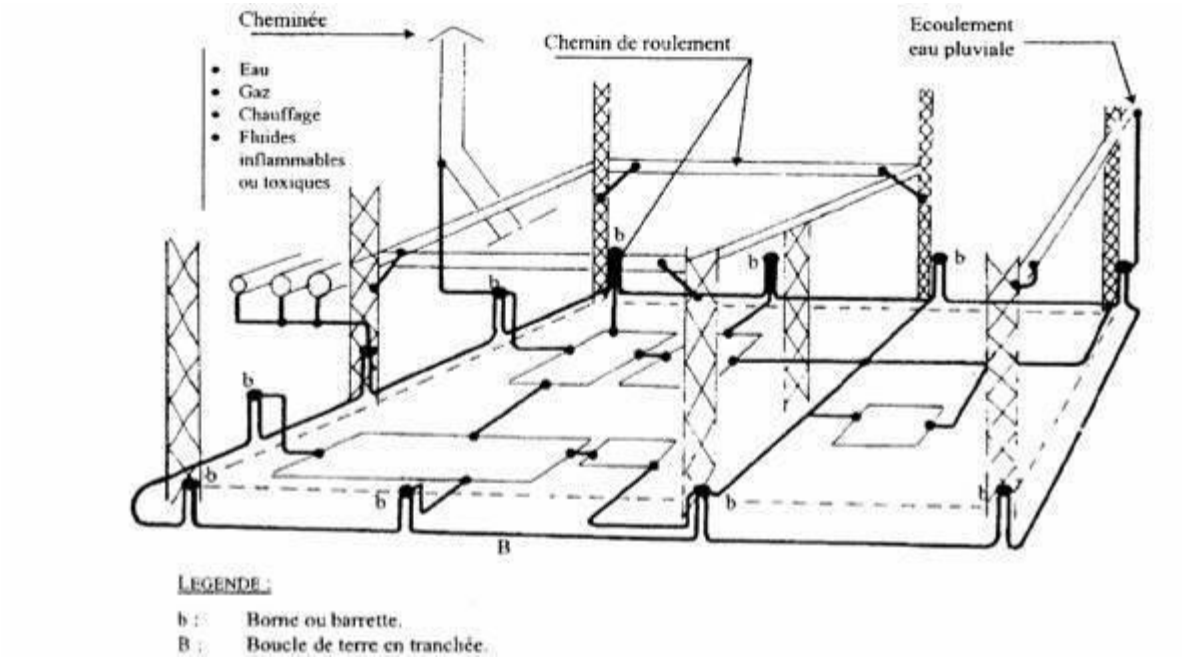
Si aucune de ces conditions n'est satisfaite, des mesures de protection doivent être prises contre les lésions d'être vivants en raison des tensions de contact et de pas telles que :

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

**Dans notre cas, la solution la plus adapté est la mise en place de pancartes d'avertissement interdisant l'accès à moins de 3 mètres la prise de terre par temps d'orage.**

### 6.4.4 *Mise à la terre des canalisations entrante*

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

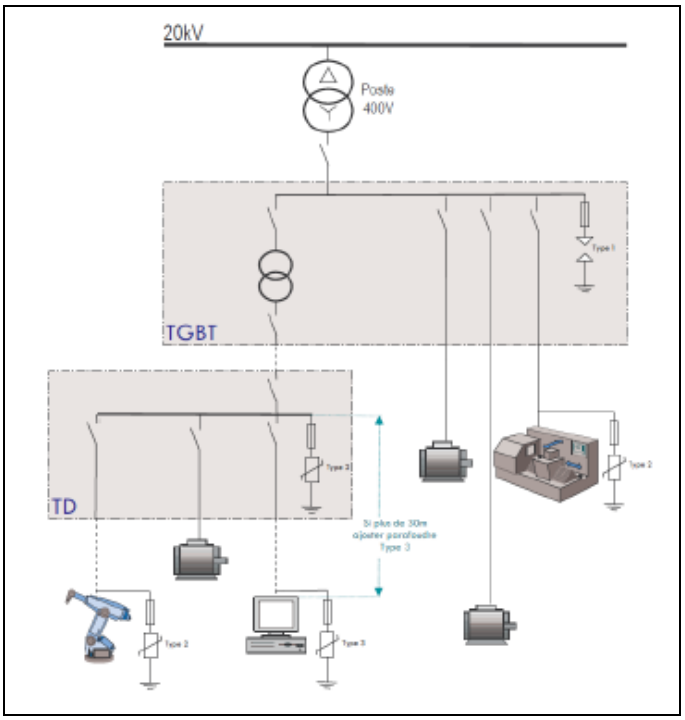


## 7. TRAVAUX A REALISER - EFFETS INDIRECTS DE LA FOUDRE

Les résultats de l'analyse de risque aboutissent à une **protection obligatoire** contre les **effets indirects de niveau IV** sur le site **PROLIGIS DC9 et DC10** de **SANDOUVILLE (76).**

Une protection devra être mise en place :

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




Principe de protection par parafoudres

Les travaux à mettre en œuvre sont :

- La mise en place d'un parafoudre de **type 1 au niveau de(s) AGBT présents dans le local Transfo.**
- La mise en place de parafoudres de **type 1+2 au niveau de :**
  - TD Sprinkler
  - TD Chaufferie
  - TGBT de l'entrepôt DC 9
  - TGBT de l'entrepôt DC 10
  - Des armoires de chaque cellules de l'entrepôt DC 9 et DC 10

- La mise en place de parafoudres **type 2 au niveau de**:
  - TD Bureaux
  - Au plus près de la détection incendie
  - TD locaux de charges

- La mise en place de **parafoudres téléphoniques** au niveau :
  - Des différentes lignes de télécommunication,
  - Des reports d'alarmes incendie et sprinkler.

## 7.1 Protection des courants forts

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

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

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

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

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

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

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

Il dépend de :

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

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

***Tableau n° 2*** *: Valeurs du courant de foudre direct Iimp maxi*

- du nombre de pôles.

Ce courant est donné par la formule suivante :

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

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

| | Entrepôt DC 9 | Entrepôt DC 10 | Local Sprinkler/Transfo |
|---|---|---|---|
| Régime de neutre | A définir | A définir | A définir |
| Pour le n | 3 | 3 | 4 |
| Pour le m | 6 | 6 | 9 |
| n x m= | 18 | 18 | 36 |
| Calcul le plus défavorable (0,5 / (n x m)) x 100 = | 2.78 | 2.78 | 1,39 |

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

On retrouve ainsi les résultats suivants :

**Caractéristiques** :

- Régime de neutre : **A définir**
- Tension maximale en régime permanent : **A définir**
- Intensité de court-circuit à respecter : **A définir**
- Courant maximum de décharge (onde 10/350 µs) : **$I_{imp}$ = 12,5 kA**
- Niveau de protection : **Up = 1,5 kV pour un type 1+2 et 2,5 kV pour un type 1**

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

### *7.1.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II*

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

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

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

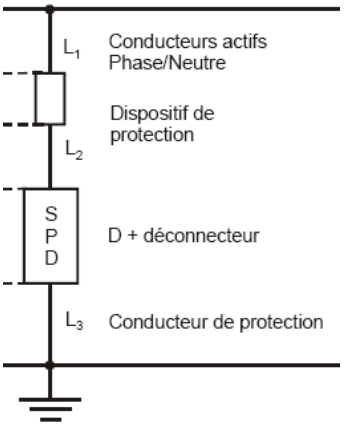
**Caractéristiques :**

- Régime de neutre : **Non définis**
- Tension maximale en régime permanent **: A définir**
- Intensité de court-circuit à respecter : **Icc = A définir**
- Courant nominal de décharge (onde 8/20 µs) **In = 5 kA**
- Courant maximum de décharge (onde 8/20 µs) **Imax = 10 kA**
- Niveau de protection **Up = 1,5 kV**

### *7.1.3 Raccordement*

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

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




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

### *7.1.4 Dispositif de deconnexion*

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

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

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

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

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

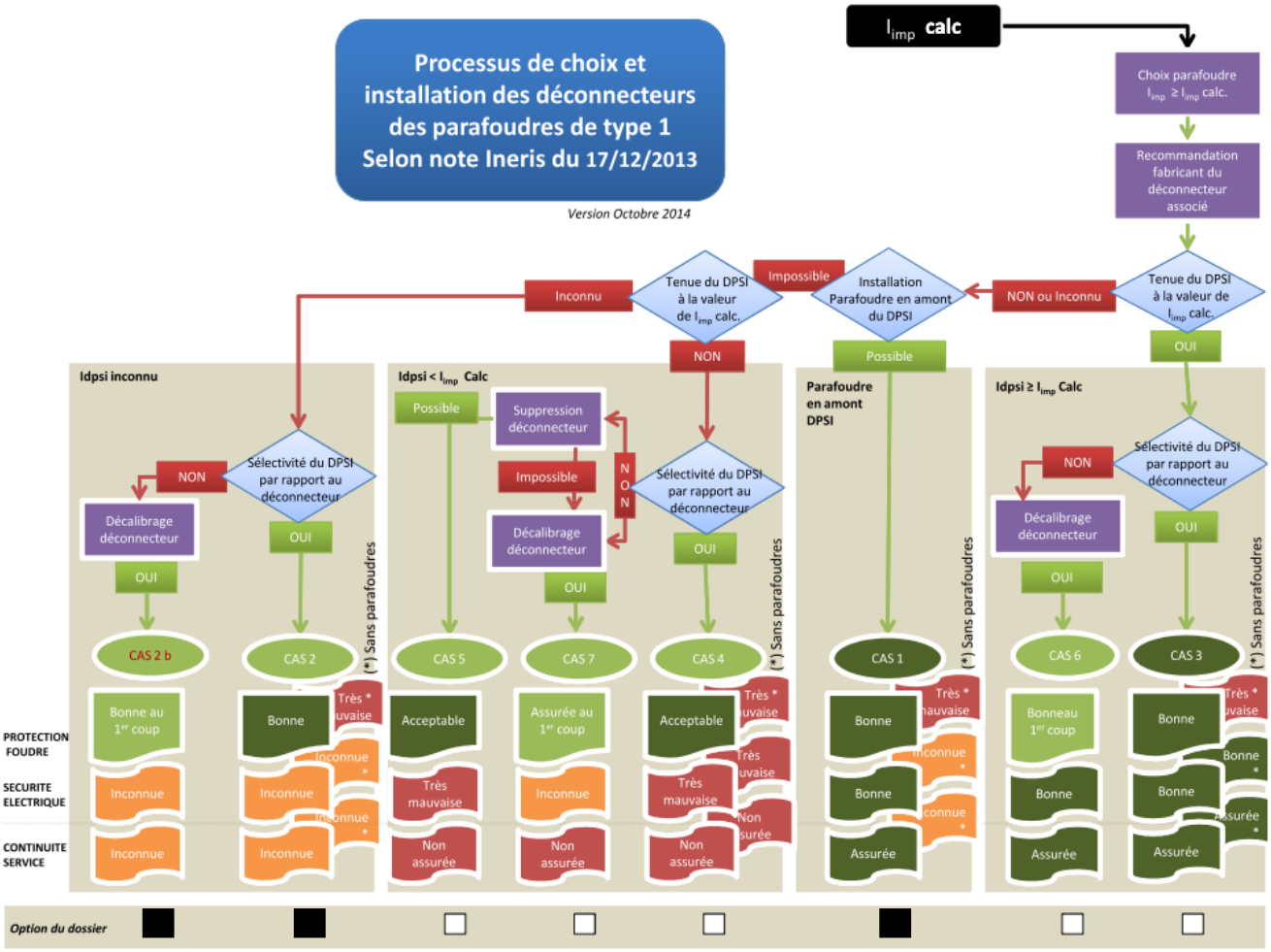
Cas 1 : Installation des parafoudres en amont du DPSI. (Cf. document). Dans ce cas la protection foudre, la sécurité électrique, et la continuité de service sont assurées.

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

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

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

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



### 7.2 Protection des lignes de télécommunication

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

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

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

| Utilisation | RTC<br>ADSL | Ligne 48 V<br>RNIS-T0<br>Profibus PA<br>Fipway<br>WorldFIP<br>Fieldbus H2 | Ligne 24 V<br>Boucle de courant<br>4-20 mA<br>LS | Ligne 12V<br>RS232<br>Profibus FMS<br>Profibus DP<br>Interbus<br>Fieldbus H1<br>Ion WORK | Ligne 6V<br>RS422<br>RS485<br>MIC/T2<br>10BaseT |
|---|---|---|---|---|---|
| Configuration | 1 paire+blindage | 1 paire+blindage | 1 paire+blindage | 1 paire+blindage | 1 paire+blindage |
| Tension nominale de ligne (Un) | 150 V | 48 V | 24 V | 12 V | 6 V |
| Tension maximale de ligne (Uc) | 170 V | 53 V | 28 V | 15 V | 8 V |
| Courant max. de ligne (IL) | 300 mA | 300 mA | 300 mA | 300 mA | 300 mA |
| Niveau de protection (Up) sur onde 8/20 µs - 5 kA | 220 V | 70 V | 40 V | 30 V | 20 V |
| Courant de décharge nom. (In) sur onde 8/20 µs - 10 chocs | 5 kA | 5 kA | 5 kA | 5 kA | 5 kA |
| Courant de décharge max. (Imax) sur onde 8/20 µs - 1 choc | 20 kA | 20 kA | 20 kA | 20 kA | 20 kA |
| Courant de choc (Iimp) sur onde 10/350 µs - 2 chocs | 5 kA | 5 kA | 5 kA | 5 kA | 5 kA |
| Fin de vie | Court-circuit | Court-circuit | Court-circuit | Court-circuit | Court-circuit |
| Débit max. | 10 Mbit/s | 10 Mbit/s | 10 Mbit/s | 10 Mbit/s | 10 Mbit/s |

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

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

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

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

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

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

**Des parafoudres courants faibles devront être installés au niveau des arrivées Télécom et des reports d'alarmes incendie et Sprinkler.**

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

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

## 8. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Mesure de prévention à mettre en place :**

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

## 9. REALISATION DES TRAVAUX

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

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

La marque Qualifoudre :

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

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

## 10. VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS

### 10.1 Vérification initiale

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

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

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

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

### 10.2 Vérifications périodiques

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

| Niveau de protection | Inspection visuelle (année) | Inspection complète (année) | Inspection complète des systèmes critiques (année) |
|---|---|---|---|
| I et II | 1 | 2 | 1 |
| III et IV | 2 | 4 | 1 |
| NOTE Pour les structures avec risque d'explosion, une inspection complète est suggérée tous les 6 mois. Il convient d'effectuer des essais une fois par an.<br>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. | | | |

*D'après NF EN 62 305-3*

Les intervalles entre vérifications donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le cas du site **PROLOGIS DC9 et DC10** de **SANDOUVILLE (76)**, l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

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

**Note importante :**

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

### 10.3 Vérifications supplémentaires

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

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

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

## 11. TABLEAU DE SYNTHESE

| Installations/ Equipements | Travaux à mettre en œuvre (effets directs et indirects) | Obligation | Optimisation |
|---|---|---|---|
| **I.E.P.F.** | **Installation Extérieure de Protection Foudre** | | |
| **Entrepôt DC 9 et Entrepôt DC 10** | Installation d'un SPF **de niveau IV,** conformément au § 6 de cette Etude Technique, | X | |
| **Canalisations** | Mise à la terre des canalisations selon le § 6.4.4 | X | |
| **I.I.P.F.** | **Installation Intérieure de Protection Foudre** | | |
| **AGBT** | Mise en place de parafoudre **type 1 de niveau IV** conformément au § 7 de cette étude technique | X | |
| **TGBT DC 9 et DC 10 / TD des cellules DC 9 et DC 10 / TD Sprinkler / TD chaufferie** | Mise en place de parafoudres **type 1+2 de niveau IV** : onde 10/350 µs, conformément au § 7 de cette étude technique. | X | |
| **Bureau / détection incendie / locaux de charges** | Protection par parafoudres **type 2** (caractéristiques : onde 8/20 Imax 10 kA et Up < 1,5 kV) conformément au § 7 de cette étude technique : | X | |
| **Lignes de télécommunications, reports d'alarmes** | Protection par parafoudres courant faible adaptés, conformément au § 7 de cette étude technique. | X | |
| **Ensemble du site** | Campagne de mesure des continuités électriques | | X |
| **Prévention Personnel** | Procédure à respecter en période orageuse, alerte foudre :<br>– soit par un système autonome local type moulin à champ, Détectstorm ou équivalent | | X |
| | – soit par un abonnement annuel à un service national de détection de front orageux, avertissant les services concernés que le risque d'orage sur la zone est élevé (Météorage). | | X |
| | – Télé comptage (Météorage) | | X |
| (en cas de travaux) | Vérification initiale des travaux (REC)<br>Vérification périodique Visuelle<br>Vérification périodique Complète | X<br>X<br>X | |

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

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

# ANNEXE 1

## Note de calcul distance de séparation

## CALCUL DE LA DISTANCE DE SEPARATION

### PDA 1 :

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 28 m |
| **Calcul de S Air max** | **0,840 m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **1,680 m** |

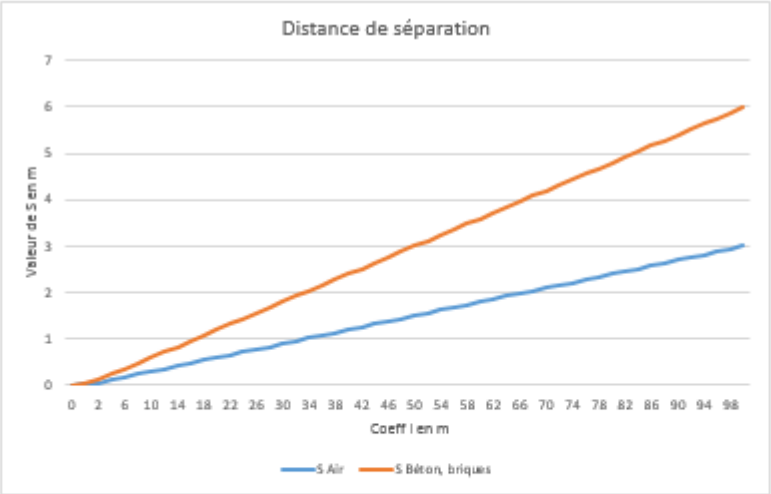
**PDA**

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

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

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




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

**PDA 2 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 29 m |

**PDA**

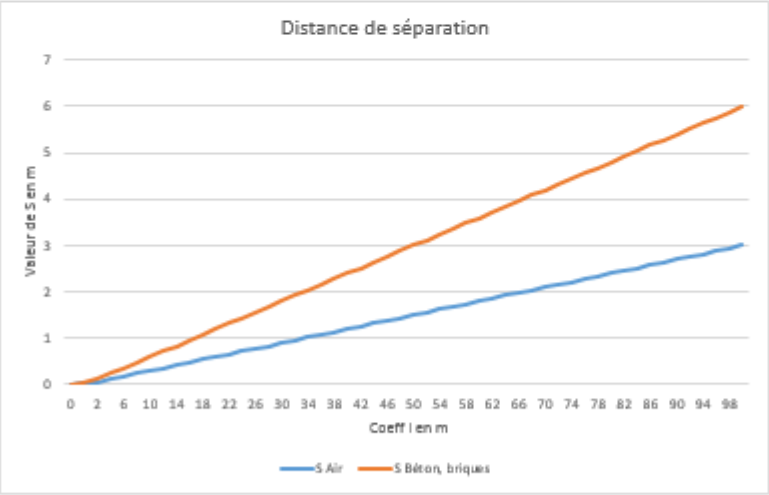
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air max** | **0,870** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **1,740** | **m** |

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




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

**PDA 3 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 28 m |

**PDA**

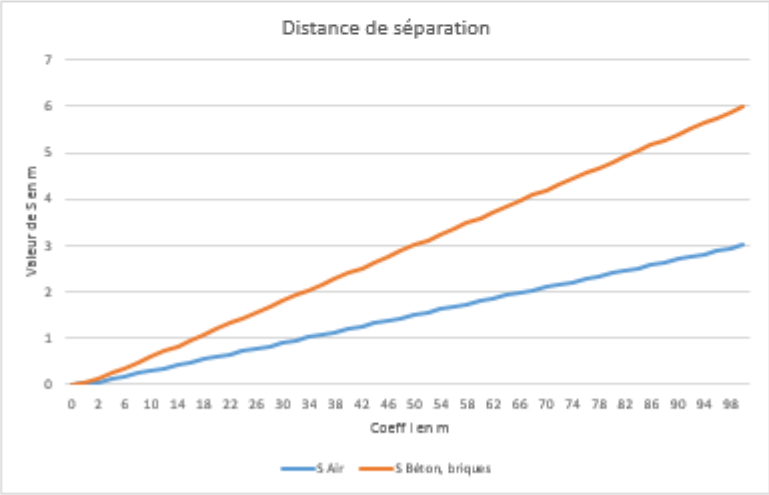
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air max** | **0,840** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **1,680** | **m** |

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




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

**PDA 4 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 26 m |

**PDA**

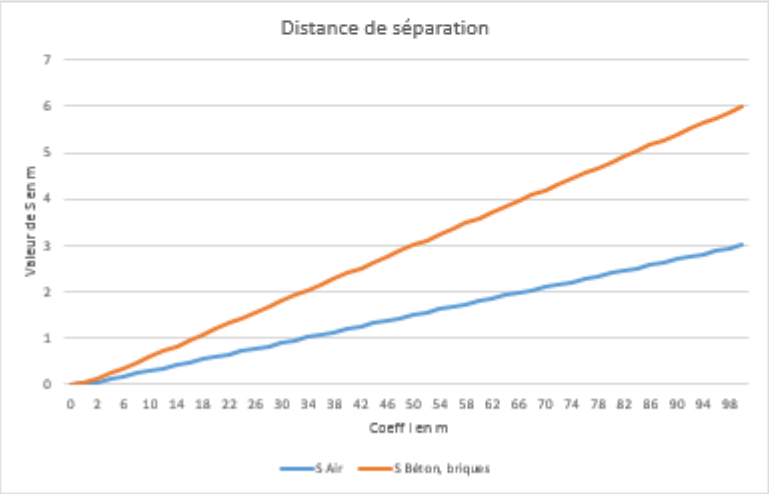
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air max** | **0,780** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **1,560** | **m** |

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




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

**PDA 5 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 80 m |

**PDA**

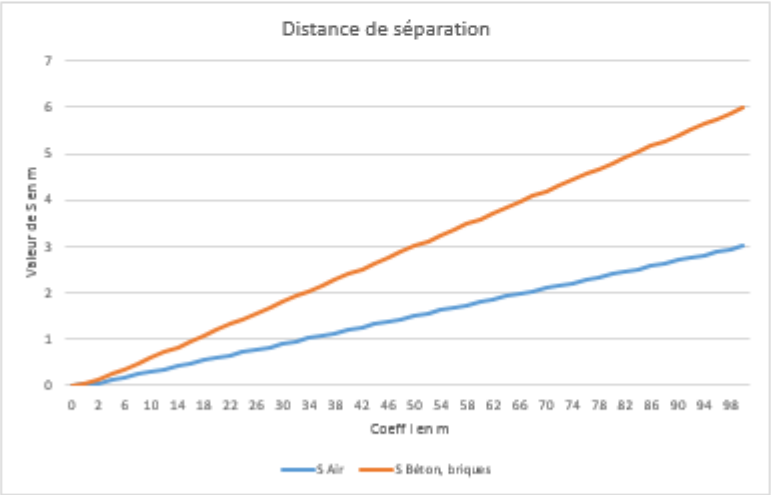
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air max** | **2,400** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **4,800** | **m** |

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




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

**PDA 6 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 100 m |

**PDA**

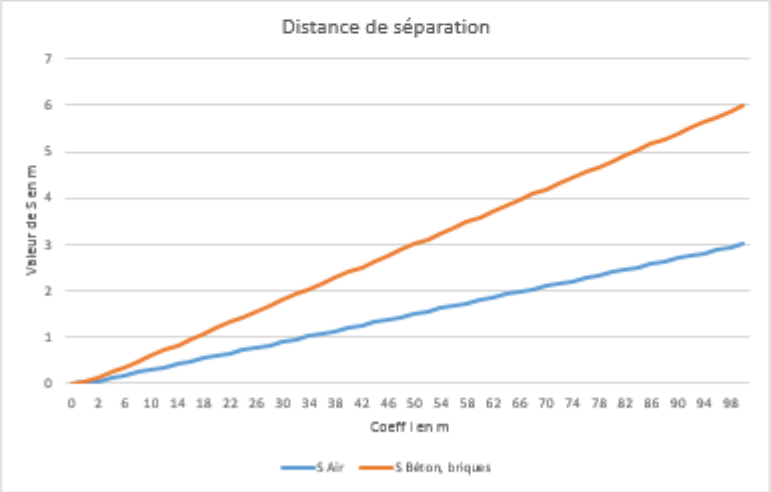
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air max** | **3,000** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **6,000** | **m** |

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




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

**PDA 7 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 20 m |

**PDA**

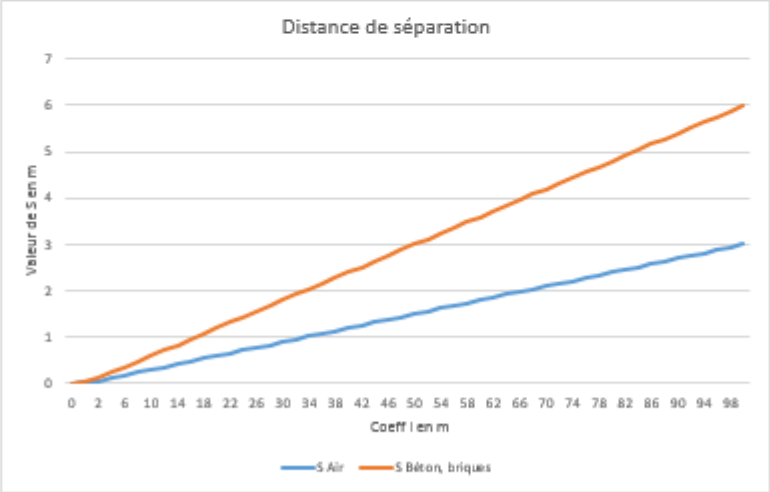
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air max** | **0,600** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **1,200** | **m** |

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




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

**PDA 8 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 30 m |

**PDA**

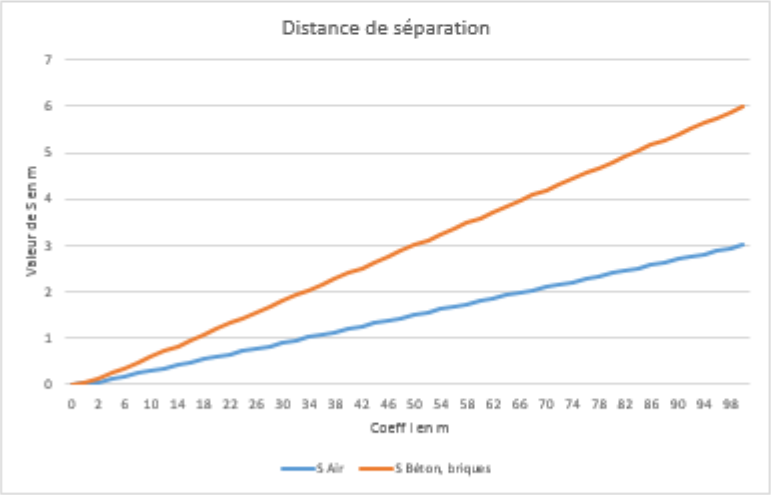
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air max** | **0,900** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **1,800** | **m** |

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




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

**PDA 9 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 130 m |

**PDA**

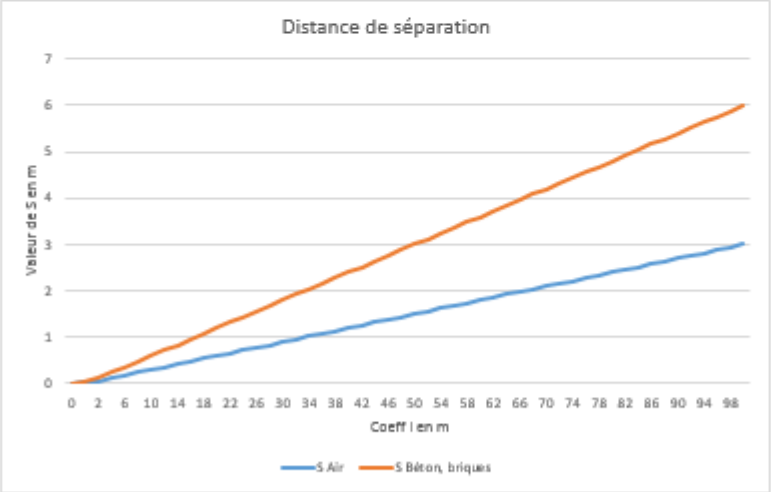
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air maz** | **3,900** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques maz** | **7,800** | **m** |

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




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

**PDA 10 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 43 m |

**PDA**

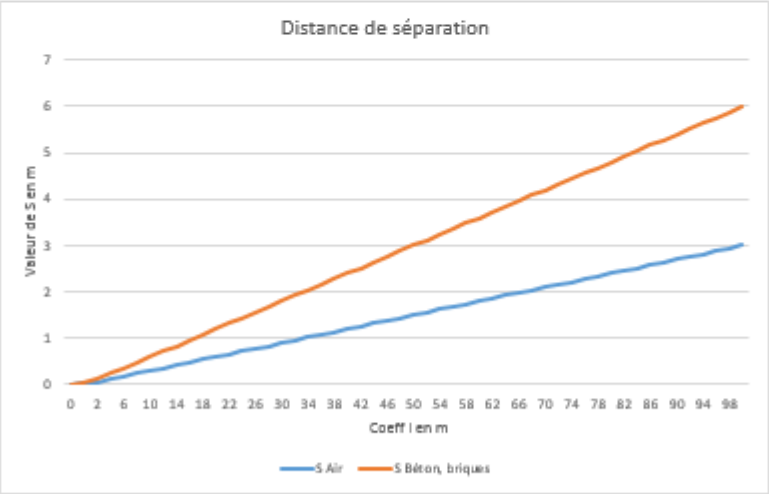
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air max** | **1,290** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **2,580** | **m** |

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




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

**PDA 11 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 32 m |

**PDA**

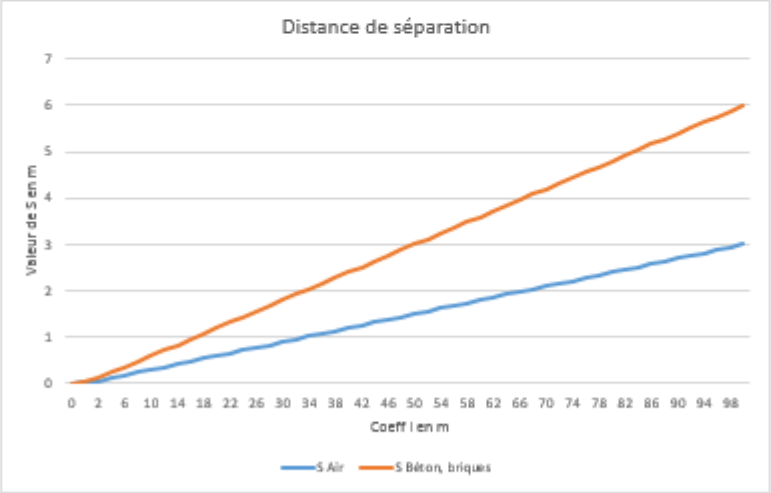
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air max** | **0,960** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **1,920** | **m** |

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




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

**PDA 12 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 47 m |

**PDA**

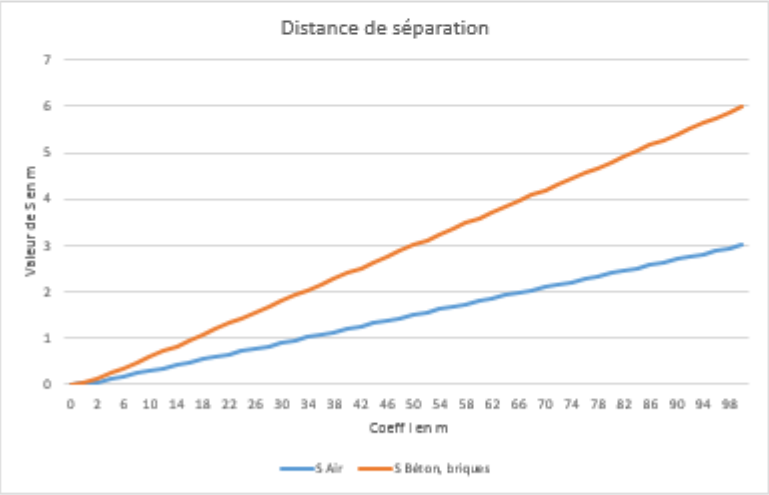
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air max** | **1,410** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **2,820** | **m** |

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




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

**PDA 13 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 14 m |

**PDA**

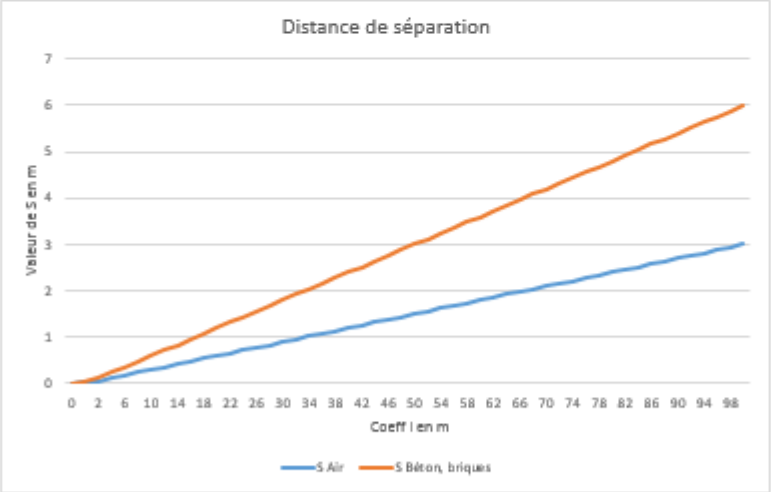
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air max** | **0,420** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **0,840** | **m** |

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




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

**PDA 14 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 32 m |

**PDA**

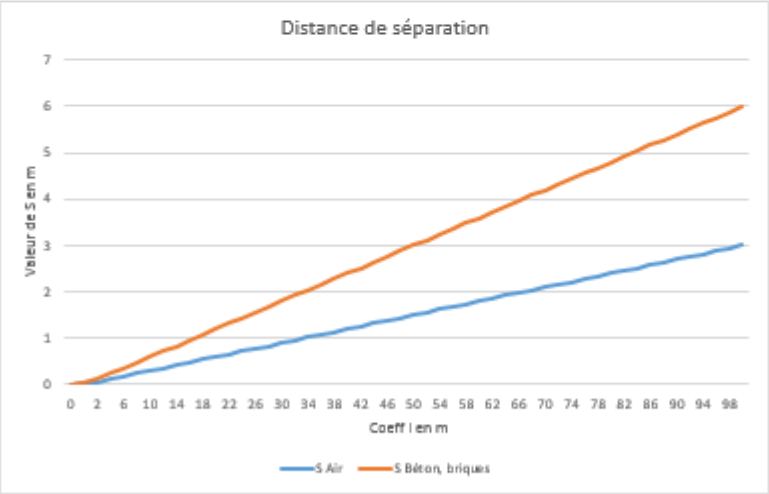
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air maz** | **0,960** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques maz** | **1,920** | **m** |

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




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

**PDA 15 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 32 m |

**PDA**

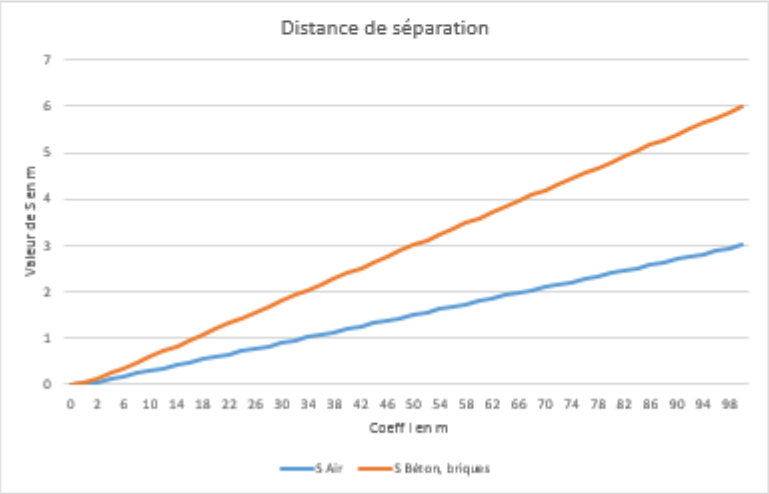
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air maz** | **0,960** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques maz** | **1,920** | **m** |

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




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

**PDA 16 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 28 m |
| **Calcul de S Air max** | **0,840 m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **1,680 m** |

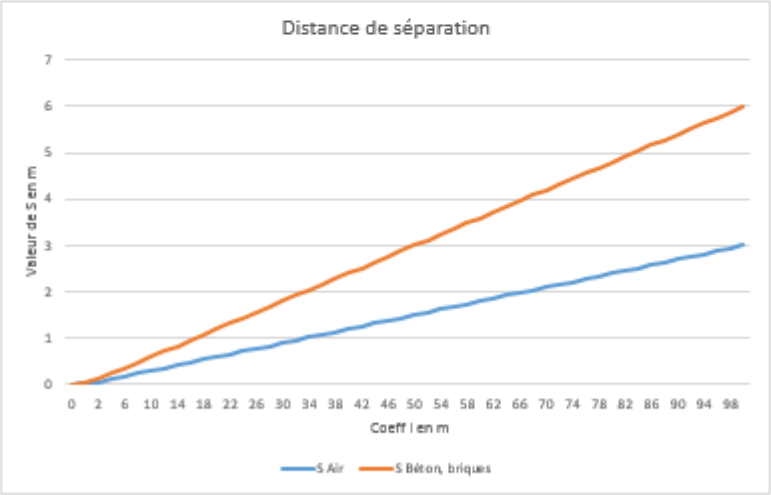
**PDA**

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

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

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




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

**PDA 17 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 124 m |

**PDA**

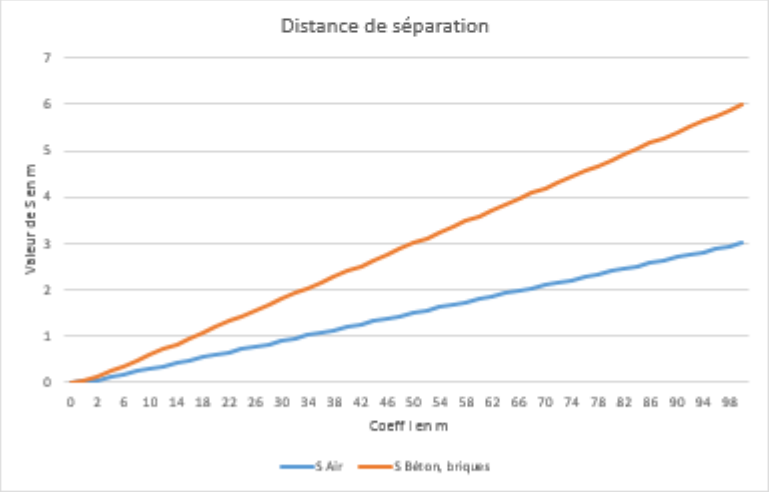
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air maz** | **3,720** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques maz** | **7,440** | **m** |

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




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

**PDA 18 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 29 m |

**PDA**

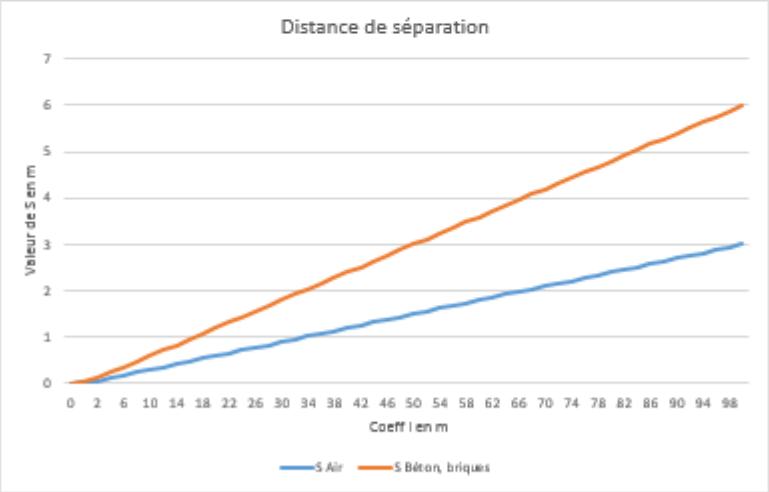
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air max** | **0,870** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **1,740** | **m** |

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




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

**PDA 19 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 49 m |

**PDA**

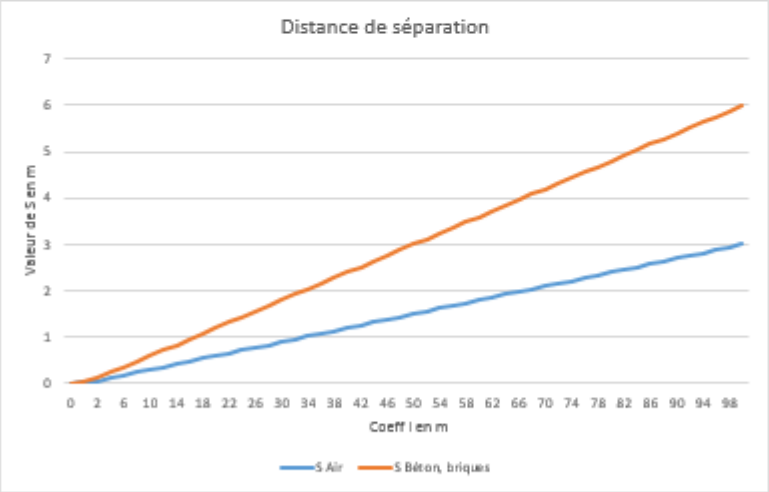
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air max** | **1,470** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **2,940** | **m** |

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




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

**PDA 20 :**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s**

| | |
|---|---|
| Niveau de protection | IV |
| Coefficient Ki | 0,04 |
| Nombre de conducteurs de descente | 2 |
| Coefficient Kc | 0,75 |
| Coefficient Km Air | 1 |
| Coefficient Km Béton, Briques | 0,5 |
| Coefficient l | 45 m |

**PDA**

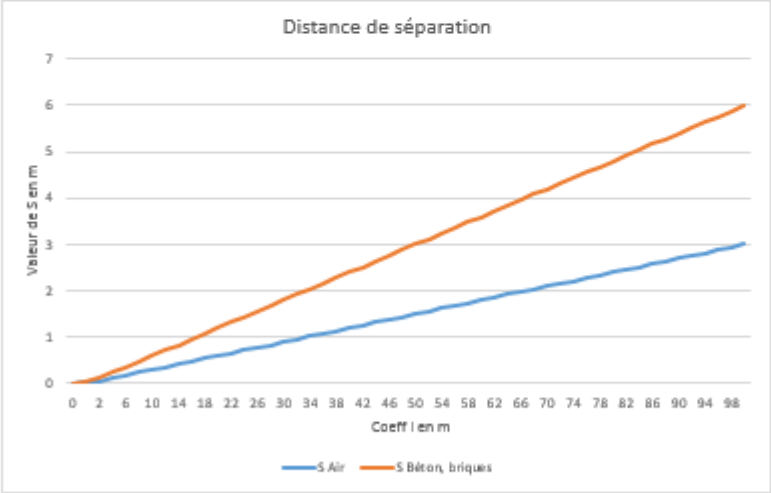
| Niveau de protection | Ki |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |

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

| Matériau | Km |
|---|---|
| Air | 1 |
| Béton, Briques | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| **Calcul de S Air max** | **1,350** | **m** |
| **Calcul de S Béton, Briques max** | **2,700** | **m** |

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




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

# ANNEXE 2

# Notice de Vérification et de Maintenance

# NOTICE DE VERIFICATION ET DE MAINTENANCE

# LE HAVRE DC9-DC10 SANDOUVILLE (76)

PROLOGIS®

| Rédacteur | Vérification | Révision |
|---|---|---|
| Nom : **Guillaume JULIEN**<br>Date : 08/11/2019<br>Visa | Nom : **Yoni GARCIA**<br>Date : 13/11/2019<br>Visa | **A** |


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

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

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


Qualifoudre INERIS N° 071179534036

# SOMMAIRE

**1. ORDRES DES VERIFICATIONS ..... 4**

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

**2. MAINTENANCE ..... 7**

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

**3. DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE ..... 9**

3.1 INSTALLATIONS EXTERIEURES DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE (I.E.P.F) ..... 9
*3.1.1 Implantations des PDA ..... 9*
*3.1.2 Caractéristiques des dispositifs de capture ..... 9*
3.2 INSTALLATIONS INTERIEURES DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE (I.I.P.F) ..... 11

**4. NOTICE DE VERIFICATION ..... 13**

4.1 NOTICES DE VERIFICATION DES PARATONNERRES A DISPOSITIF D'AMORÇAGE (PDA) ..... 13
4.2 NOTICE DE VERIFICATION DES PARAFOUDRES ..... 15

**5. CARNET DE BORD ..... 16**

## TABLE DES MODIFICATIONS

| Rév | Chrono secrétariat | Date | Objet |
|---|---|---|---|
| A | RGC 24 720 | 08/11/2019 | Notice de vérification et de maintenance |

## GLOSSAIRE

**ICPE** : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

**EIPS** : Equipements Importants Pour la Sécurité

**SPF** : Système de Protection contre la Foudre

**IEPF** : Installation Extérieure de Protection contre la Foudre

**IIPF** : Installation Intérieure de Protection contre la Foudre

# 1. ORDRES DES VERIFICATIONS

## 1.1 Procédure de vérification

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

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

## 1.2 Vérification de la documentation technique

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

## 1.3 Vérifications visuelles

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

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

### 1.4 Vérifications complètes

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

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

a) La résistance de chaque électrode de terre et si possible, la résistance de la prise de terre complète.

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

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

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

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

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

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

### 1.5 Documentation de la vérification

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

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

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

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

## 2. MAINTENANCE

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

| Niveau de protection | Inspection visuelle (année) | Inspection complète (année) | Inspection complète des systèmes critiques (année) |
|---|---|---|---|
| I et II | 1 | 2 | 1 |
| III et IV | 2 | 4 | 1 |
| NOTE Pour les structures avec risque d'explosion, une inspection complète est suggérée tous les 6 mois. Il convient d'effectuer des essais une fois par an.<br>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 le cas des entrepôts **PROLOGIS DC9 et DC10** de **SANDOUVILLE (76)** l'arrêté du 4 Octobre 2010 modifié précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

### 2.1 Remarques générales

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

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

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

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

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

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

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

### 2.2 Procédure de maintenance

Les entrepôts **PROLOGIS DC9 et DC10** de **SANDOUVILLE (76)** doit établir des programmes de vérifications périodiques pour tous les SPF.

La fréquence des procédures de maintenance dépend :

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

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

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

Le programme de maintenance comporte les informations suivantes :

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

### 2.3 Documentation de maintenance

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

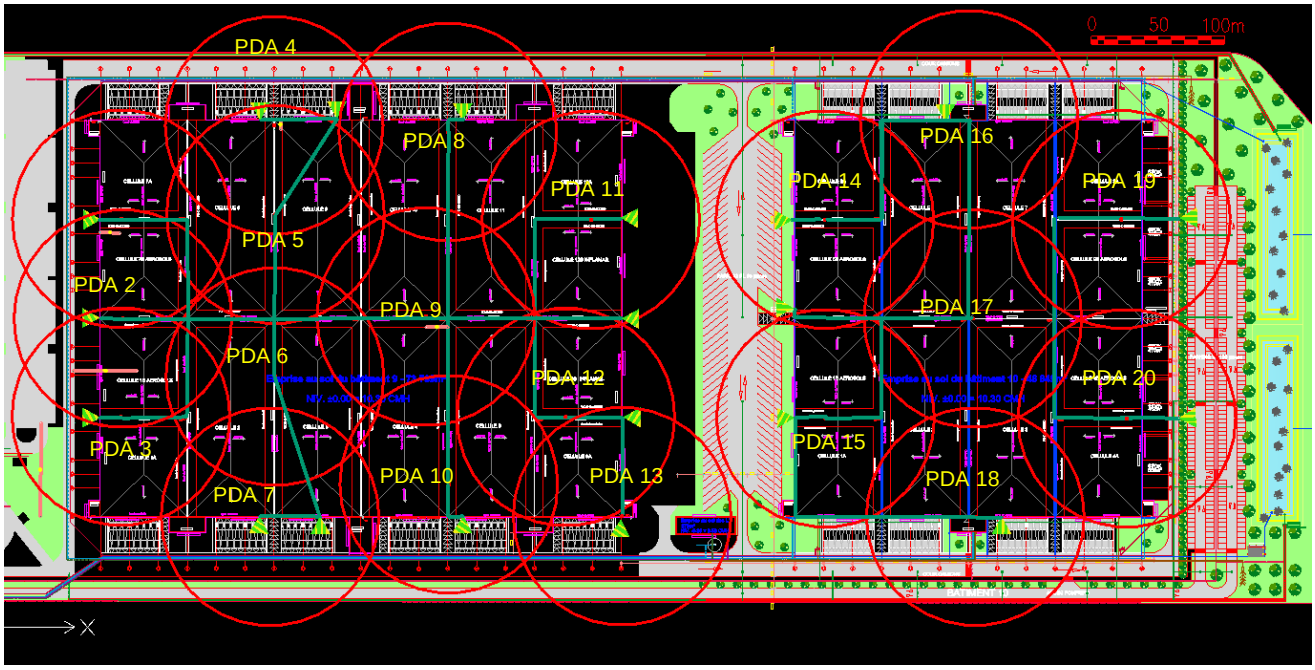
Ces enregistrements fournissent des moyens d'évaluation des composants et de l’installation du SPF.

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

# 3. DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE

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

### 3.1.1 *Implantations des PDA*




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

### 3.1.2 *Caractéristiques des dispositifs de capture*

| | PDA 1 | PDA 2 | PDA 3 | PDA 4 | PDA 5 | PDA 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Avance à l'amorçage** | 60 µs | 60 µs | 60 µs | 60 µs | 60 µs | 60 µs |
| **Hauteur** | 5 m | 5 m | 5 m | 5 m | 5 m | 5 m |
| **Niveau de protection** | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| **Rayon de protection** | 64,2 m | 64,2 m | 64,2 m | 64,2 m | 64,2 m | 64,2 m |
| **Distance de séparation** | 90 cm | 90 cm | 90 cm | 80 cm | 250 cm | 300 cm |

| | PDA 7 | PDA 8 | PDA 9 | PDA 10 | PDA 11 | PDA 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Avance à l'amorçage** | 60 µs | 60 µs | 60 µs | 60 µs | 60 µs | 60 µs |
| **Hauteur** | 5 m | 5 m | 5 m | 5 m | 5 m | 5 m |
| **Niveau de protection** | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| **Rayon de protection** | 64,2 m | 64,2 m | 64,2 m | 64,2 m | 64,2 m | 64,2 m |
| **Distance de séparation** | 60 cm | 90 cm | 390 cm | 130 cm | 100 cm | 140 cm |

| | PDA 13 | PDA 14 | PDA 15 | PDA 16 | PDA 17 | PDA 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Avance à l'amorçage** | 60 µs | 60 µs | 60 µs | 60 µs | 60 µs | 60 µs |
| **Hauteur** | 5 m | 5 m | 5 m | 5 m | 5 m | 5 m |
| **Niveau de protection** | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| **Rayon de protection** | 64,2 m | 64,2 m | 64,2 m | 64,2 m | 64,2 m | 64,2 m |
| **Distance de séparation** | 50 cm | 100 cm | 100 cm | 90 cm | 380 cm | 90 cm |

| | PDA 19 | PDA 20 |
|---|---|---|
| **Avance à l'amorçage** | 60 µs | 60 µs |
| **Hauteur** | 5 m | 5 m |
| **Niveau de protection** | 4 | 4 |
| **Rayon de protection** | 64,2 m | 64,2 m |
| **Distance de séparation** | 150 cm | 140 cm |

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

*Caractéristiques des parafoudres mis en œuvre* :

| *Localisation* | *Type (1, 2, 3)* | *Up (kV)* | *In (kA)* | *Iimp ou Imax (kA)* | *Protections* | *Marques* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Entrepôt DC 9** | | | | | | |
| TGBT DC9 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 1A | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 1B | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 2 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 3 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 4 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 5 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 6A | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 6B | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 7A | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 7B | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 8 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 9 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 10 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 11 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 12A | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 12B | 1+2 | | | | | |
| TD Bureau 1 | 2 | | | | | |
| TD Bureau 2 | 2 | | | | | |
| TD Bureau 3 | 2 | | | | | |
| TD Bureau 4 | 2 | | | | | |
| Locaux de charges 1 | 2 | | | | | |
| Locaux de charges 2 | 2 | | | | | |
| Locaux de charges 3 | 2 | | | | | |
| Locaux de charges 4 | 2 | | | | | |
| Locaux de charges 5 | 2 | | | | | |
| Locaux de charges 6 | 2 | | | | | |
| Détection incendie | 2 | | | | | |
| Report d'alarme | Courant faible | | | | | |

| *Localisation* | *Type (1, 2, 3)* | *Up (kV)* | *In (kA)* | *Iimp ou Imax (kA)* | *Protections* | *Marques* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Entrepôt DC 10** | | | | | | |
| TGBT DC10 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 1A | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 1B | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 2 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 3 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 4A | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 4B | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 5A | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 5B | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 6 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 7 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 8 | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 9A | 1+2 | | | | | |
| Armoire cellule 9B | 1+2 | | | | | |
| TD Bureau 1 | 2 | | | | | |
| TD Bureau 2 | 2 | | | | | |
| Locaux de charges 1 | 2 | | | | | |
| Locaux de charges 2 | 2 | | | | | |
| Locaux de charges 3 | 2 | | | | | |
| Locaux de charges 4 | 2 | | | | | |
| Détection incendie | 2 | | | | | |
| Report d'alarme | Courant faible | | | | | |

| *Localisation* | *Type (1, 2, 3)* | *Up (kV)* | *In (kA)* | *Iimp ou Imax (kA)* | *Protections* | *Marques* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Local Sprinkler + chaufferie + transfo** | | | | | | |
| AGBT | 1 | | | | | |
| TD Sprinkler | 1+2 | | | | | |
| TD chaufferie | 1+2 | | | | | |
| Report d'alarme | Courant faible | | | | | |

# 4. NOTICE DE VERIFICATION

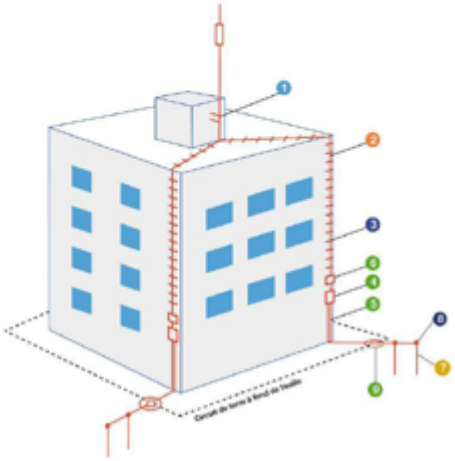
## 4.1 Notices de vérification des Systèmes de Protection Foudre (SPF)

**FICHE CONTROLE PDA**

**Numéro du PDA : .....**

**BATIMENT PROTEGE :**

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



✓ **INSPECTION VISUELLE :**

**1-** Etat des composants du dispositif de capture :

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

**2-** Nature et composition des conducteurs de descentes :

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

3- Installation et état des conducteurs de descentes :

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

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

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

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

Connexions équipotentielles avec les dispositifs internes et les plans de masses ou de terre :

☐ Conforme ☐ Non-conforme .....

Distance de séparation par rapport aux masses métalliques : ..... (m)

☐ Conforme ☐ Non-conforme .....

Protection mécanique du conducteur de descente au niveau du sol ou gaine isolée :

☐ Conforme ☐ Non-conforme .....

Compteur de coup de foudre : ☐ Conforme ☐ Non-conforme .....

Nombre d'impact relevé: .....

Pancarte d'avertissement: ☐ Présente ☐ Absente .....

4- Prise de terre :

**Appareil utilisé pour les mesures :** .....

Constitution : ☐ Conforme ☐ Non-conforme .....

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

Prise de terre de type :

☐ A ☐ B .....

Valeur des prises de terre de type A (Ohms) :

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |

Valeur de la prise de terre de type B : .....(Ohms)

☐ Conforme ☐ à Améliorer .....

Présence du piquet de terre :

☐ Conforme ☐ Non-conforme .....

**RESULTAT DE LA VERIFICATION :**

_____

_____

**ACTIONS CORRECTIVES :**

_____

_____

## 4.2 Notice de vérification des parafoudres

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

**FICHE CONTROLE DES PARAFOUDRES**

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

EQUIPEMENTS PROTEGES :

**CARACTERISTIQUES PARAFOUDRES**

Régime de Neutre : .....

Marque : .....

☐ Tétra
☐ Tri
☐ Mono

Type 1 ☐ Type 3 ☐

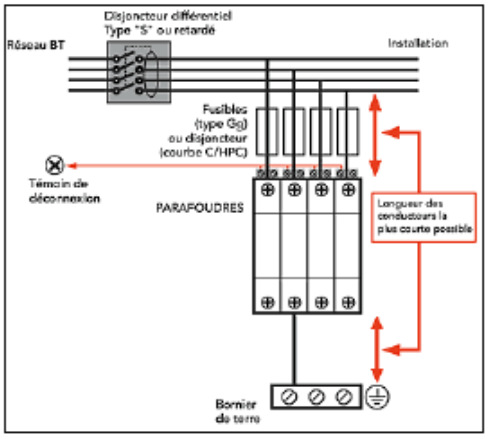
Type 2 ☐

Up : .....kV

Uc : .....V

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

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




INSPECTION VISUELLE :

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

RESULTAT DE LA VERIFICATION :

ACTIONS CORRECTIVES :

## 5. CARNET DE BORD

Qualifoudre INERIS

N° 071179534036

# INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

## CARNET DE BORD

Raison sociale : _____

Adresse de l'Établissement :

**CARNET DE BORD**

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

**Renseignements sur l'Etablissement**

Nature de l'activité : .....

N° de classification INSEE : .....

Classement de l'Etablissement
à la date du : …… ; Type : …… ; Catégorie : …….
à la date du : …… ; Type : …… ; Catégorie : …….
à la date du : …… ; Type : …… ; Catégorie : …….

Pouvoirs Publics exerçant le contrôle de l'Etablissement :

Inspection Du Travail
……
……
……

Commission De Sécurité
……
……
……

DREAL
……
……
……

Personne responsable de la surveillance des installations :

| NOM | QUALITE | DATE D'ENTREE EN FONCTION |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

## HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

I - DEFINITION DES BESOINS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

| DATE DE REDACTION | INTITULE DU RAPPORT | SOCIETE | NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE |
|---|---|---|---|
| 30/10/2019 | Analyse du Risque Foudre | RG CONSULTANT | G.JULIEN 071179534036 |
| | | | |
| | | | |

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

| DATE DE REDACTION | INTITULE DU RAPPORT | SOCIETE | NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE |
|---|---|---|---|
| 31/10/2019 | Etude technique foudre | RG Consultant | G.JULIEN 071179534036 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

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

III – INSTALLATION DES PROTECTIONS

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

i

IV– VERIFICATIONS PERIODIQUES & MAINTENANCE

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

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

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

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

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

**A) Cas des parafoudres à modules déconnectables**

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

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

**B) Parafoudres non déconnectables**

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

# ANNEXE 3

# Lexique

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

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

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

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