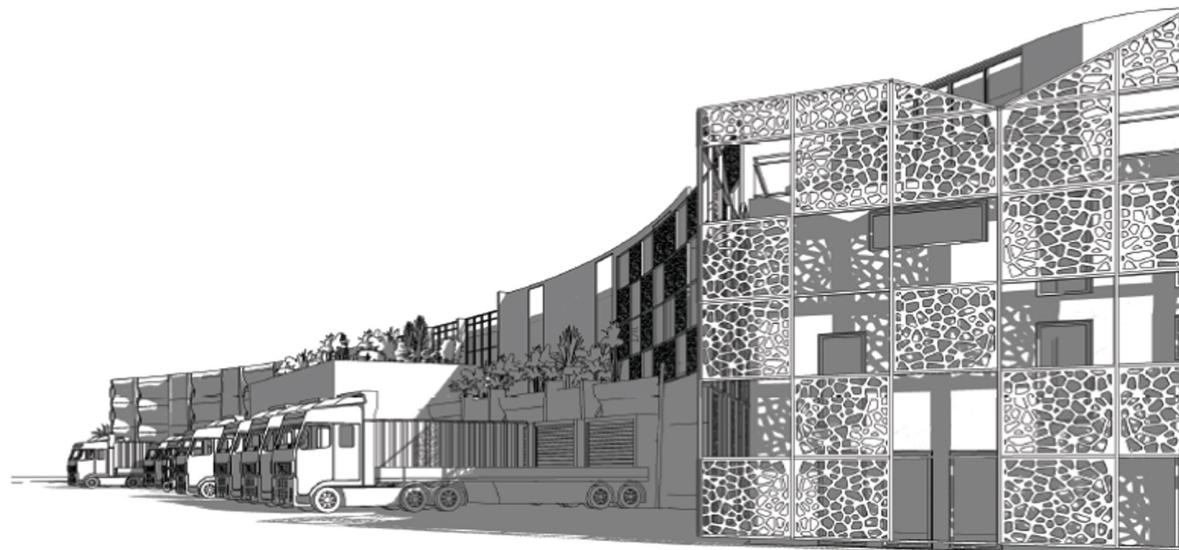


## ETUDE TECHNIQUE

### BIOTOP DOCK LOGISTIQUE ZAC PANDA

Dumbéa sur mer (Nouvelle Calédonie)

Février 2014



	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Alain ROUSSEAU	Nicolas AUTIPOUT	Stéphane GILLET  Sébastien SARRAMEGNA
Qualité	Référent technique Expert foudre	Référent technique	Service qualité

*Ce document est diffusé au format PDF. L'original signé du document est conservé dans le dossier d'affaire SEFTIM/EMR*

SEFTIM est qualifiée



et certifiée ISO 9001 Version 2000 par



## SOMMAIRE

1	INTRODUCTION .....	3
2	GENERALITES .....	4
2.1	Référentiels réglementaires et normatifs .....	5
2.2	Équipotentialité générale .....	6
2.2.1	Équipotentialité des Matériels électriques .....	6
2.2.2	Blindages des câbles .....	6
2.2.3	Tuyauteries .....	6
2.2.4	Mise à la terre des éléments non utilisés .....	7
3	DESCRIPTION DU SITE .....	8
3.1	Localisation .....	8
3.2	Description des bâtiments .....	9
3.2.1	Bâtiment principal .....	9
3.3	Services .....	11
3.3.1	Energie .....	11
3.3.2	Téléphonie et courants faibles liés au process .....	11
3.4	Inventaire des moyens de prévention et de protection foudre existants .....	12
4	CONCLUSIONS DE L'ARF .....	13
5	BATIMENT PRINCIPAL .....	14
5.1	Protection de la structure .....	14
5.2	Protection des lignes électriques .....	19
5.2.1	Arrivée énergie HTA .....	20
5.2.2	Départs BT .....	20
5.3	Protection des lignes signal et télécom .....	21
5.4	Protection des services métalliques .....	22
5.5	Protection des éléments importants pour la sécurité .....	23
5.6	Compléments .....	24

## 1 INTRODUCTION

L'Etude Technique ci-après porte sur un dock logistique de 11 200 m<sup>2</sup> situé dans la ZAC PANDA à Dumbéa sur mer en Nouvelle Calédonie.

L'entrepôt est situé sur le lot n°371 - ZAC PANDA - 98830 DUMBEA

L'établissement est un établissement du travail, ne recevant pas de public.

La réglementation appliquée est celle de la délibération 34 CP.

L'entrepôt stockera des produits et matières pour plus de 500 tonnes et le volume de l'entrepôt étant supérieur à 50 000 m<sup>3</sup> mais inférieur à 300 000 m<sup>3</sup> ce qui implique que l'entrepôt devra respecter la délibération n°251-2011/BAPS/DIMENC du 1er Juin 2011, rubrique n°1510 (entrepôt couvert).

Du fait du tonnage des produits et matières présentes et du volume de l'entrepôt cité ci-dessus, l'entrepôt sera soumis à autorisation simplifiée.

Pour protéger de manière efficace une installation, la démarche comprend différentes étapes complémentaires :

- une analyse du risque foudre (ARF), qui définit les besoins,
- une étude technique (ET), qui définit les moyens,
- une installation et une vérification initiale qui assurent la qualité de la protection,
- un contrôle périodique qui garantit la disponibilité de la protection.

Le rapport présente les résultats de l'ET.

L'ET ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par commanditaire de cette étude. 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.

Les données de base pour cette étude sont extraites du rapport de l'analyse risque foudre (ARF) "AF18-ARF-V2\_BIOTOP\_PANDA" daté de Février 2014.

## 2 GENERALITES

Le dimensionnement des parafoudres dépend du courant de foudre partiel pouvant circuler. Il est directement lié au nombre de lignes électriques connectées. Il dépend aussi du courant de court-circuit au lieu d'installation des parafoudres.

L'installation de parafoudres doit se faire en suivant les recommandations du guide UTE C 15-443. Les parafoudres doivent être conformes aux normes NF EN 61643-11 et NF EN 61643-21 (ou normes équivalentes par exemple pour les parafoudres télécom). Ils ne doivent en aucun cas être installés en zone ATEX (ou doivent être définis spécifiquement pour cet usage sous les consignes du fabricant pour leur implantation).

Remarque importante : en aucun cas, les parafoudres ne doivent nuire à la sécurité du site vis-à-vis des contraintes de court-circuit, de défaut à la terre ou d'échauffement du parafoudre et ceci quelque soit leur implantation sur le réseau électrique.

Le régime de neutre du site devra être précisé. Les parafoudres devront être choisis de manière à limiter sur le site le nombre de références différentes. Enfin, pour des raisons de coordination entre les parafoudres il est nécessaire de choisir les parafoudres d'une même marque sauf exception.

Rappel : la maintenance des installations électriques ne doit pas se faire en période d'orage. Il convient également de ne pas se trouver sur les toits en période d'orage ni proche des conducteurs de descente.

## 2.1 Référentiels réglementaires et normatifs

- Arrêté du 19 juillet 2011 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées
- Circulaire du 24 Avril 2008 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées
- Normes de la série NF EN 62305
- Normes de la série NF EN 50164
- Normes de la série NF EN 61643
- Guides de la série CLC TS 61643
- Guide UTE C 15-443
- Norme NF EN 50536 "Storm detection device"
- Norme NFC 17-102 version septembre 2011
- Note Qualifoudre sur le choix des déconnecteurs de parafoudres de Type 1

Les moyens de protection utilisés sur le site devront être conformes à ces normes et guides.

## 2.2 Équipotentialité générale

Les règles générales d'équipotentialité sont données ci-dessous. Elles peuvent ne pas s'appliquer aux solutions finalement retenues et mises en place.

### 2.2.1 Équipotentialité des Matériels électriques

L'équipotentialité de tous les matériels électriques doit être assurée entre eux ainsi qu'avec la terre du bâtiment dans lequel ils sont installés. Il ne s'agit pas de la terre fonctionnelle (vert/jaune) mais d'une équipotentialité. Cette équipotentialité est réalisée par des conducteurs en cuivre nu de section  $\geq 16 \text{ mm}^2$  ( $50 \text{ mm}^2$  pour les conducteurs devant laisser transiter une partie du courant de foudre) et longeant (et en contact) les chemins de câbles quand ils existent.

Tous les châssis des armoires et coffrets électriques doivent être raccordés le plus directement possible à ce conducteur d'équipotentialité. Il en est de même des chemins de câbles métalliques dont la mise à la terre et la continuité doivent être assurées.

### 2.2.2 Blindages des câbles

Les blindages de câbles doivent être raccordés au plus court à chacune de leurs extrémités (avec une reprise sur  $360^\circ$ ) à la masse des matériels sur lesquels ils sont raccordés.

Cette opération présente un triple avantage :

- elle limite les parasites HF induits (CEM et foudre) augmentant d'autant l'immunité de l'installation aux parasites extérieurs ;
- elle limite le rayonnement des fils pouvant générer des perturbations dans le reste de l'installation ;
- elle participe à la diminution des courants parasites circulant dans les fils de données en cas de déséquilibre de potentiels entre les matériels.

### 2.2.3 Tuyautes

Les réseaux de fluides doivent également participer à l'équipotentialité générale du site.

Les raccords de tuyauterie sont soit réalisés par des pièces de raccordements (vannes ou arrivées sur matériel), soit par des raccords filetés montés au téflon ou à la « filasse ». Dans tous ces cas, la conduction électrique n'est pas assurée en regard des courants de foudre et il y a lieu de shunter ces raccords à l'aide de

tresses souples afin de rétablir l'équipotentialité des tuyauteries qui devront également être raccordées à la terre des bâtiments (\*).

Les courants qui seront évacués à la terre par ces liaisons équipotentielle seront autant de contraintes en moins pour les dispositifs de protection.

(\*) Si pour des raisons technique une canalisation ne peut ou ne doit pas être raccordée à la terre, on utilisera des éclateurs de mise à la terre selon NF EN 50164-3 dont le rôle est de raccorder à la terre la canalisation uniquement pendant un choc de foudre puis de revenir à impédance infinie lorsque celle-ci est passée.

#### **2.2.4 *Mise à la terre des éléments non utilisés***

Deux situations peuvent se rencontrer dans l'avenir du site :

- présence de matériels qui ne sont plus utilisés ;
- présence de câbles qui ne sont plus utilisés ou de câbles de réserve.

Dans les deux cas, vis-à-vis de la foudre, la situation est exactement la même que pour une installation utilisée. En effet, le courant de foudre circulera ou sera induit dans les diverses canalisations et créera donc le même type de dommage (par exemple dans un cas extrême une étincelle dangereuse en zone explosive). Afin de ne pas utiliser de parafoudres inutiles qui combinent coût de fourniture, coût d'installation et coût de maintenance, il convient systématiquement de mettre à la terre aux deux extrémités les câbles (fils) qui ne sont pas utilisés ou les déposer.

## 3 DESCRIPTION DU SITE

### 3.1 Localisation

Le site est situé sur la ZAC PANDA à Dumbéa sur mer en Nouvelle Calédonie.



Figure 1 : Plan de masse

## 3.2 Description des bâtiments

### 3.2.1 Bâtiment principal

N'est présenté ici que les éléments qui sont importants pour l'étude foudre.

Fondations isolées par pieux profonds (béton de propreté, béton armé pour pieux).

Les murs intérieurs sont coupe-feu entre cellules CF 2h00 (REI 120) en béton sur toute la hauteur. Ces murs dépassent en toiture de 1 m.

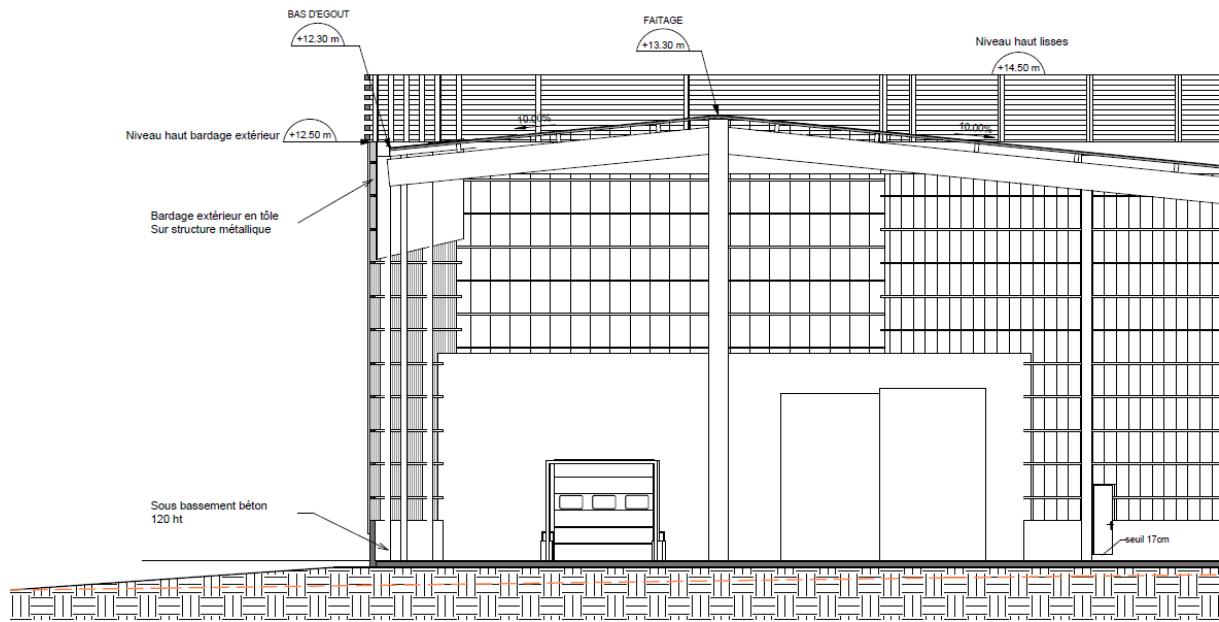


Figure 2 : Plan en coupe de la structure (extrait)

Ecrans thermiques en béton armé.

Maçonnerie d'agglomérés de ciment, CF 2 heures, pour la réalisation des locaux techniques. Murs en béton armé en soubassement, hauteur environ 3 m, à la périphérie de l'entrepôt en protection des façades en bardage.

Dalle de l'entrepôt armée d'un treillis soudé ou de fibres métalliques. Plancher des bureaux constitué de dalles béton.

Structure : béton pour les poteaux et les poutres. L'ossature des bureaux sera réalisée en béton. Les ossatures secondaires sont métalliques.

La couverture est constituée de :

- bac acier galvanisé épaisseur minimale : 75/100, qualité bord de mer.
- mise en œuvre d'une isolation M0 sous bac

- isolant en panneaux rigides de laine de roche épaisseur 80 mm, fixés mécaniquement en sous face.

Protection par matériau M0 sur une largeur de 5 m de part et d'autre du dépassement des murs coupe-feu de toiture.

Les façades des bâtiments seront constituées par un bardage double peau constitué de plateaux en acier galvanisé (épaisseur minimale 75/100) d'une isolation laine de verre déroulée, épaisseur 40 mm et d'une peau extérieure prélaquée et nervurée posée verticalement ou horizontalement.

Une extraction mécanique spécifique est prévue dans les locaux de charge.

Des tourelles d'extraction d'air chaud non motorisées seront disposées en toiture du dock de logistique.

Description des locaux :

- 2 Cellules d'entreposage matières, produits ou substances combustibles sur rack.

Surface des cellules :

Cellule 1 : 5272.7 m<sup>2</sup>

Cellule 2 : 4928.5m<sup>2</sup>

- Deux locaux de charge batterie : 75 m<sup>2</sup>

<b>Surface au sol (m<sup>2</sup>)</b>	10.600 m <sup>2</sup> (334 m <sup>2</sup> de bureaux annexes sur 2 niveaux en supplément)
<b>Hauteur (m)</b>	13.30 m hauteur faitage et 14.36 m pour niveau haut des murs CF. 14.5m niveau haut lisse
<b>Type de structure</b>	Béton
<b>Charpente</b>	Béton
<b>Type de couverture</b>	Métallique (bac acier)

SEFTIM est qualifié



et certifié ISO 9001 Version 2000 par



### 3.3 Services

#### 3.3.1 Energie

L'énergie disponible à ce jour sur le site en basse tension ne permettra pas d'assurer les besoins du projet. Un poste de transformation sera donc nécessaire. Il sera raccordé sur le réseau HTA 15 kV d'ENERCAL, présent en limite de propriété. Une extension sera nécessaire entre le poste de transformation et la voie publique.

Un groupe électrogène sera mis en place pour assurer la continuité de la distribution électrique et la sécurité incendie. La mise en route et l'arrêt du groupe électrogène se feront automatiquement.

La distribution s'opère à partir d'un TGBT bâtiment et de tableaux divisionnaires.

Par bâtiment (dock et immeuble de bureau), il sera réalisé une prise de terre à fond de fouille comprenant la liaison équipotentielle principale et la barrette de contrôle au niveau du Tableau Général Basse Tension (TGBT).

La distribution terminale des bureaux s'opère à partir d'un tableau divisionnaire.

Les liaisons extérieures concernent :

Portails coulissants à manœuvre électrique (dimensions 10.00 x2.00 m). Commande depuis poste accueil en rez-de-chaussée de l'immeuble de bureaux (longueur de 170 m environ).

Portillons piétons (1 x 2 m). Commande par digicode et interphone. L'interphone sera en liaison avec un poste au bureau accueil RDC de l'immeuble de bureaux.

L'éclairage extérieur de la voirie de desserte sera alimenté à partir du TGBT Services Généraux du site (longueur 150 m environ) et sera assuré par des mats d'éclairage, d'une hauteur de 5,00 m, le long des voies de circulation et parking VL.

L'éclairage périphérique de bâtiments sera alimenté depuis le TGBT Services Généraux de chaque bâtiment assuré par des projecteurs en acrotère des bâtiments.

#### 3.3.2 Téléphonie et courants faibles liés au process

SEFTIM est qualifié



et certifié ISO 9001 Version 2000 par





Liaison 28 p de 60 m environ jusqu'au à l'Autocom situé au rez-de-chaussée de l'immeuble de bureaux depuis la chambre de tirage OPT existante en limite de propriété.

*Nota : les lignes en fibre optique ne sont pas considérées dans l'ARF de par leur immunité vis-à-vis de la foudre.*

Le Répartiteur Général Téléphonique et informatique sera positionné dans le local courant faible du R+1. La baie se trouve dans le local serveur du bâtiment.

### **3.4 Inventaire des moyens de prévention et de protection foudre existants**

RAS, s'agissant d'un nouveau projet.

Le "DESCRIPTIF SOMMAIRE DES TRAVAUX - APS" indique : " A l'issue d'une analyse du risque foudre, il sera éventuellement prévu des paratonnerres à dispositif d'amorçage conformément à la NFC 17.102. Ou suivant demandes spécifiques suivant réglementation."

SEFTIM est qualifié



et certifié ISO 9001 Version 2000 par



## 4 CONCLUSIONS DE L'ARF

La réduction du risque statistique est obtenue avec des moyens de protection. Les moyens de protection issus de l'étude statistique, à mettre en place sont les suivants:

	<b>Bâtiment</b>
<b>Structure</b>	Mise en place d'un Système de Protection Foudre de niveau 1
<b>Services</b>	Mise en place de parafoudres de Type 1 de niveau 1 sur le réseau d'énergie et de parafoudres testé en onde 10/350 selon NF EN 61643-21 de niveau 1 sur les lignes télécom

En plus des moyens de protection à mettre en œuvre pour réduire le risque selon la méthode statistique de la norme NF EN 62305-2 il convient d'effectuer les actions suivantes :

- Mise en place d'une détection d'orage statique et d'une procédure associée pour la période de nuit
- Protection des équipements importants pour la sécurité des installations proposés (uniquement ceux qui sont perturbés par des surtensions ou bien des impacts directs de la foudre).

## 5 BATIMENT PRINCIPAL

### 5.1 Protection de la structure

Le bâtiment a une structure béton (poteau, poutres) et métallique (bardage, bac acier, charpente secondaire). L'utilisation des fers à béton comme conducteurs de descente foudre impose des conditions, notamment de continuité des fers, qui sont difficiles à appliquer lors de la phase chantier.

La description des travaux au niveau APS suggère l'utilisation de Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage Pour cette raison, la protection sera réalisée par 5 PDA de 60  $\mu$ s d'avance à l'amorçage. Ceux-ci seront implantés à 5 m du point le plus haut de la toiture et à 2m minimum des éléments situés sur le toit (extracteur non motorisé ...).

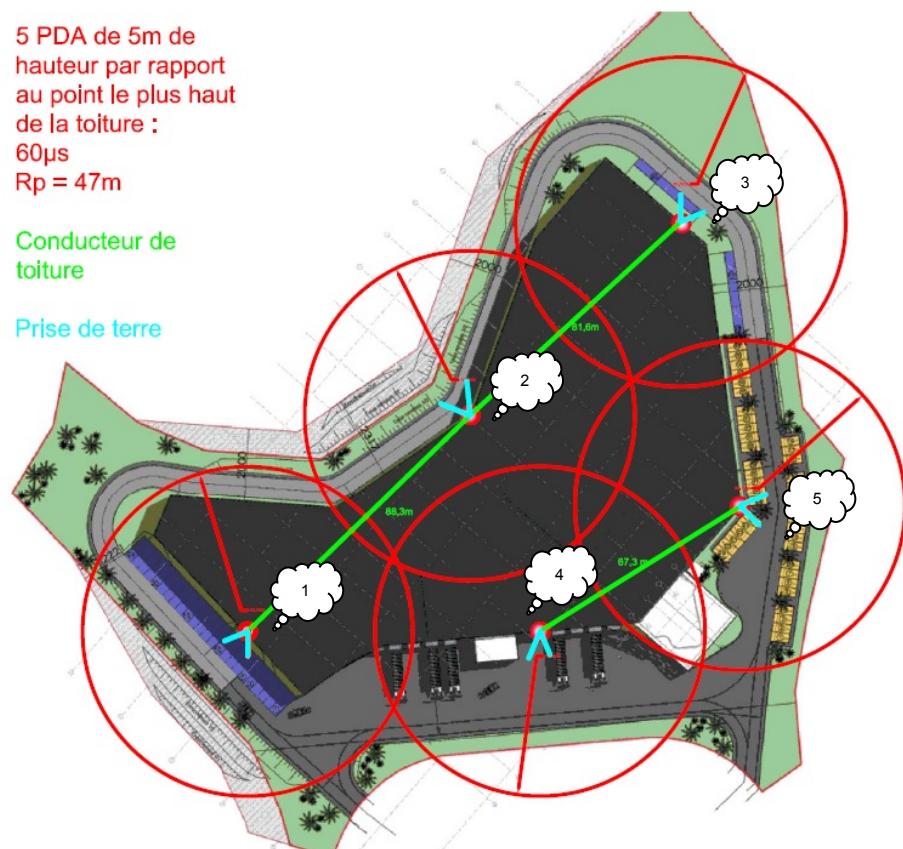


Figure 3 : Implantation des PDA avec réduction des rayons de protection de 40%



D'autres configurations sont possibles et devront alors être affinées par l'installateur (il s'agit de présenter ci-dessus une implantation possible, d'autres solutions sont possibles que l'installateur devra faire valider avant installation).

Les PDA seront conformes à la norme NFC 17-102 en ce qui concerne les caractéristiques produit et les rayons de protection avec prise en compte de la réduction de rayon de 40 % imposée par l'arrêté du 19 juillet 2011. Ils seront installés conformément aux exigences de la norme NFC 17-102 Ed2 de 2011 qui elle-même s'appuie sur la NF EN 62305-3.

Les paratonnerres seront installés sur des mâts de telle sorte qu'ils respectent les hauteurs indiquées ci-dessus.

Ils seront chacun connectés à deux descentes mutualisées. Chaque PDA sera ainsi connecté à deux descentes en cuivre étamé 30 x 2 mm directement et indirectement.

Les descentes seront reliées chacune à une prise de terre foudre de bonne qualité de moins de 10 ohm et validée en haute fréquence (type patte d'oies ou piquets triangulés de bonne qualité) afin de diminuer la contrainte sur et dans la structure. Afin de faciliter la maintenance des piquets de mesures de terre intermédiaires seront installés respectivement à 10 m et 15 m du point de mesure (voir figures ci-dessus). Ces prises de terre devront être reliées à la terre en fond de fouille ou à la terre bâtiment la plus proche.

Les PDA devront être testables à distance ou facilement testable sur site afin d'assurer une maintenance plus aisée du site.

La distance de séparation (distance calculée selon NF EN 62305-3) en dessous de laquelle il est nécessaire de créer l'équipotentialité entre des parties métalliques (ex: échelle, rambarde, bouche d'aération ...) et le SPF (système de protection foudre) est à calculer.

La distance de séparation est la distance minimale pour laquelle il n'y a pas de formation d'étincelle dangereuse entre un conducteur de descente et une masse conductrice voisine liée à la terre. Cette distance décroît linéairement en fonction de la longueur du conducteur. Elle est définie par la formule :

SEFTIM est qualifié



et certifié ISO 9001 Version 2000 par



$$S(m) = k_i \times \frac{k_c}{k_m} \times l \quad \text{selon 62305-3}$$

Dans laquelle :

$k_i$	=	<b>0,08</b> (niveau 1)
$k_c$	=	<b>0,75</b> (2 conducteurs de descente) ou calcul précis en fonction des longueurs de conducteurs
$k_m$	=	<b>1</b> (dans l'air)
$l$	=	distance verticale entre le point où la proximité est prise en compte et la prise de terre de la masse métallique ou la liaison équipotentielle la plus proche (14,5 m).

Ce qui conduit au pied des divers PDA aux distances suivantes. La distance de séparation dans le béton est calculée avec  $km = 0,5$  et vaut donc deux fois plus.

	air	béton
PDA	s	s
1	1,0	2,0
2	0,9	1,8
3	1,0	2,0
4	1,0	2,0
5	1,0	2,0

Le principe de calcul de la distance de séparation selon NF EN 62305-3 est donné en Annexe 7

Tous les équipements métalliques mis à la terre qui se trouvent à une distance plus petite que la distance de séparation devront être reliés au SPF par un conducteur d'équipotentialité de 50 mm<sup>2</sup> et avec des connecteurs normalisés. Par contre, la distance de séparation vis-à-vis des fers à béton vaut le double et donc il conviendrait de relier les fers à béton aux conducteurs de descente (si ceci n'est pas réalisé, l'exploitant doit être averti que des morceaux de béton, généralement de petite taille, seront expulsés en cas de choc de foudre sur le SPF).

Les équipements métalliques alimentés par une ligne (par exemple ventilateur) ou reliés à une ligne de donnée (par exemple capteur de température) devront être également protégés par des parafoudres testés en onde 10/350 (Type 1 pour de l'alimentation, courbe D1 pour les réseaux de données) au niveau de leur pénétration. Dans la mesure du possible il est préférable de déplacer ces éléments ou les conducteurs de descente pour éviter ces parafoudres. Le courant limp des

parafoudres sera de 12,5 kA pour le réseau d'alimentation et de 1 kA pour le réseau de données.

Il conviendra donc de positionner le conducteur de descente à plus de 90 cm du béton afin d'éviter un amorçage aux fers à béton, ce qui semble assez difficile à réaliser en pratique.

Alternativement, il sera possible de relier les fers à béton en haut et en bas des poteaux béton au SPF avec des connecteurs conformes à la norme NF EN 50164-1 dans la mesure où le PDA est positionné sur un poteau béton ou à moins de 90 cm d'un poteau. Il sera également nécessaire de relier les conducteurs de toiture (entre 2 PDAs) à toutes les poutres béton rencontrées en toiture. L'étanchéité devra être reconstituée.

Il sera nécessaire d'installer des compteurs de coup de foudre (un pour chaque PDA) conforme à la norme NF EN 50164-6 horodatant les évènements afin de faciliter la maintenance ultérieure et également répondre aux exigences de l'arrêté du 19 juillet 2011.

Il convient de faire attention à leur installation car il ne faut pas que ces compteurs soient court-circuités par le bardage ce qui les rendraient inopérants. Une solution alternative est décrite en annexe.

Les conditions de la norme NF EN 62305-3 (identique à NFC 17-102 sur ce point) doivent être remplies afin d'assurer la protection des personnes contre les tensions de pas et de contact. Ci-après, un rappel de la norme :

A l'extérieur de la structure, à proximité des conducteurs de descente, dans des conditions particulières, la tension de contact peut être dangereuse même si l'installation extérieure de protection contre la foudre a été conçue et mise en œuvre conformément aux exigences citées ci-dessus.

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  $5 \text{ k}\Omega\text{m}$ .

NOTE Une couche en matériau isolant, par exemple une couche d'asphalte de 5 cm (ou une couche de gravier de 15 cm) réduit les risques à un niveau tolérable.

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

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

Les mesures de protection doivent être conformes aux normes appropriées (voir ISO 3864-1).

A l'extérieur de la structure, à proximité des conducteurs de descente, dans des conditions particulières, la tension de pas peut être dangereuse même si le SPF a été conçu et mis en œuvre conformément aux règles de la présente norme.

Les risques pour les personnes peuvent être considérées comme négligeables si les conditions suivantes sont satisfaites:

- a) 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;
- b) la résistivité de la couche de surface du sol, jusqu'à 3 m des conducteurs de descente, n'est pas inférieure à 5 k $\Omega$ m.

NOTE Une couche en matériau isolant, par exemple une couche d'asphalte de 5 cm (ou une couche de gravier de 15 cm) satisfait généralement cette exigence.

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

- équipotentialité au moyen d'un réseau de terre maillé;
- des restrictions physiques et/ou des pancartes d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m.

Les mesures de protection doivent être conformes aux normes appropriées (voir ISO 3864-1).

## 5.2 Protection des lignes électriques

Du fait de la présence d'un Système de Protection Foudre sur le bâtiment les parafoudres à l'entrée doivent être de Type 1. Nous prendrons donc en compte des parafoudres de Type 1+2 (parafoudre de Type 1 avec un niveau de protection typique d'un Type 2).

Les lignes énergie à protéger sont les suivantes :

- 2 Lignes HTA (boucle 15 kV)
- Ligne BT alimentant les portails coulissants à manœuvre électrique
- Ligne BT alimentant l'éclairage extérieur de la voirie de desserte

Les parafoudres à planter seront tous du même constructeur afin d'en assurer la coordination. Celle-ci devra être démontrée.

Ils seront tous (sauf exception justifiée) avec indicateur de défaut interne et avec déconnecteur du type fusible implanté dans la branche du parafoudre. Le calibre du fusible respectera à la fois les exigences du lieu d'implantation, les exigences du constructeur et les exigences de la dernière version du guide CLC TS 61643-12. La note Qualifoudre sur les déconnecteurs des parafoudres de Type 1 sera appliquée

Pour les parafoudres qui pour des raisons technologiques ne sont pas munis d'indicateur de défaut interne la notice du produit devra préciser comment les parafoudres garantissent leur bon état de fonctionnement ou les moyens pour les tester sur site.

Le dimensionnement des parafoudres de Type 1 est réalisé à partir des informations suivantes :

Amplitude du courant de foudre à prendre en compte : 200 kA (niveau 1)

Portion du courant circulant dans la terre foudre : 50 % (prise de terre de moins de 10 ohm, validée en haute fréquence)

Nombre de services connectés : 4 (lignes HTA et lignes BT)

Le courant circulant dans chacune des lignes est donc de :  $200 * 50\% / 5 = 25 \text{ kA}$

Les lignes BT ont au moins 2 conducteurs ce qui conduit à des parafoudres de Type 1 dimensionnés avec une valeur de limp de 12,5 kA (selon NFC 15-100). Pour les lignes HTA voir ci-dessous.

### 5.2.1 Arrivée énergie HTA

Des parafoudres HTA sont nécessaires au primaire des transformateurs d'un point de vue technique. Cependant, cette exigence n'est pas reprise dans la norme NFC 15-100 qui ne traite que de basse tension. En conséquence, ces parafoudres HTA pourront être omis mais en cas de choc de foudre d'amplitude élevée l'alimentation risque d'être perdue et le transformateur endommagé (voir Annexe).

La protection sera reportée au secondaire du transformateur (dans le local TGBT). Cette liaison sera protégée par parafoudres triphasés de Type 1+2 (du fait de certaines liaisons externes BT qui imposent des parafoudres de Type 1).

Ce parafoudre triphasé+N aura la spécification suivante par pôle :

*Régime de neutre : à préciser*

*Courant  $In \geq 5 \text{ kA}$  par pôle*

*Courant  $limp \geq 12,5 \text{ kA}$  par pôle*

*Courant de court-circuit adapté au point d'installation*

*Déconnecteur : selon indication du fabricant du parafoudre et règles rappelées en préambule*

*$Up \leq 1,5 \text{ kV}$ .*

La règle des 50 cm devra être respectée (voir guide UTE C 15-443).

### 5.2.2 Départs BT

Compte tenu que tous les départs sont alimentés depuis le TGBT la nécessité d'autres parafoudres de Type 1+2 en amont des départs vers les éclairages et ouvrants extérieurs sera nécessaire ou non selon la configuration réelle du TGBT et

la nécessité de protéger les disjoncteurs des départs ou non (donc de garantir la continuité de service de ces départs).

A ce stade du projet, il est considéré que ces parafoudres sont nécessaires et ont la spécification suivante.

Les parafoudres auront les spécifications suivantes par pole.

*Régime de neutre : à préciser*

*Courant  $I_n \geq 5 \text{ kA}$  par pôle*

*Courant  $I_{imp} \geq 12,5 \text{ kA}$  par pôle*

*Courant de court-circuit adapté au point d'installation*

*Déconnecteur : selon indication du fabricant du parafoudre et règles rappelées en préambule*

*Up  $\leq 1,5 \text{ kV}$ .*

La règle des 50 cm devra être respectée (voir guide UTE C 15-443).

### 5.3 Protection des lignes signal et télécom

De même les lignes à protéger sont les suivantes :

- Liaison 28 paires depuis la chambre de tirage OPT

Rappel : si de nouvelles lignes directes sont mise en place si d'autres lignes sont identifiées, il est conseillé de les protéger comme les autres lignes entrantes.

Ils seront tous (sauf exception justifiée) avec indicateur de défaut interne. Pour les parafoudres qui pour des raisons technologiques ne sont pas munis d'indicateur de défaut interne la notice du produit devra préciser comment les parafoudres garantissent leur bon état de fonctionnement ou les moyens pour les tester sur site.

Alternativement on peut remplacer les parafoudres par une circulation des conducteurs dans un conduit métallique fermé équipotentiel et relié à la terre aux deux extrémités. Un chemin de câble type dalle capotée et rendu équipotentiel par un conducteur extérieur peut convenir.

Les paires utilisées seront protégées par parafoudres. Les paires non utilisées seront mises à la terre.

Elles devront être protégées par des modules de protection pour ligne téléphonique ayant les caractéristiques suivantes que nous appellerons dans ce document T10350 (équivalent pour les parafoudres courant faibles à des parafoudres de Type 1, testés selon courbe D selon NF EN 61643-21) :

Ligne RNIS

$U_c = 53 \text{ V}$

$\text{Courant } I_n \geq 5 \text{ kA}$

$\text{Courant limp (10/350)} \geq 1 \text{ kA}$

$U_p \leq 70 \text{ V.}$

Ligne RTC

$U_c = 170 \text{ V}$

$\text{Courant } I_n \geq 5 \text{ kA}$

$\text{Courant limp (10/350)} \geq 1 \text{ kA}$

$U_p \leq 300 \text{ V.}$

Ligne LS

$U_c = 24 \text{ V}$

$\text{Courant } I_n \geq 5 \text{ kA}$

$\text{Courant limp (10/350)} \geq 1 \text{ kA}$

$U_p \leq 40 \text{ V.}$

## 5.4 Protection des services métalliques

Les services métalliques entrant doivent être reliés à la terre du SPF au plus près de leur point d'entrée. Les services entrants sont a priori en matériau isolant.

## 5.5 Protection des éléments importants pour la sécurité

Nous listons ci-dessous les équipements qui nous semblent pertinents.

- Centrale SSI
- Sprinkler
- auquel nous proposons d'ajouter le Groupe électrogène notamment si celui-ci est extérieur.

Il conviendra d'installer des parafoudres de Type 2 sur l'alimentation de la Centrale SSI, de la pompe Jockey du Sprinkler ainsi que la charge des batteries du groupe diesel Sprinkler et sur la sortie (BT) du GE.

Nota : si le GE est extérieur il devra être protégé par parafoudre de Type 1+2 comme ci-dessus

Les parafoudres auront les spécifications suivantes par pole.

*Régime de neutre : à préciser*

*Courant  $In \geq 5 \text{ kA}$  par pôle*

*Courant de court-circuit adapté au point d'installation*

*Déconnecteur : selon indication du fabricant du parafoudre et règles rappelées en préambule*

*$Up \leq 1,5 \text{ kV}$ .*

La règle des 50 cm devra être respectée (voir guide UTE C 15-443).

Le parafoudre pourra être implanté dans un tableau divisionnaire si celui-ci est à moins de 10 m filaire de l'équipement à protéger.



## 5.6 Compléments

Un détecteur d'orage de type statique (mesure du champ électrique) conforme aux normes en vigueur et résistant à la corrosion et aux conditions marines sera utilisé sur le site. Il devra être réglé pour tenir compte des exigences du site et du climat et aussi des effets qui en sont attendus (travail de nuit ...). Une procédure devra y être associée pour éviter la présence de personnel en période de nuit dans les zones dangereuses (incendie).

SEFTIM est qualifié



et certifié ISO 9001 Version 2000 par



## Annexes

A1.	Documents utilisés	26
A2.	Glossaire	27
A3.	Note technique parafoudre HTA	33
A4.	NOTICE DE VERIFICATION ET DE MAINTENANCE	36
A5.	Example de Carnet de bord	47
A6.	Protection des personnes proches d'un SPF	52
A7.	Distance de séparation	53
A8.	Composants naturels d'un SPF	54
A9.	Dimensionnement des parafoudres de Type 1	56
A10.	Compteurs de coup de foudre installés sur la borne de terre des parafoudres de Type 1	57

## A1. Documents utilisés

- PM biotop.pdf
- REF ELEC-OPT DOCK RABOT VRDEL01 (1).pdf
- Descriptif som APS.DOC
- ECSS-Notice Securite 11000-indA-Caledonienne de Logistique.pdf
- ECSS-Plan Securite 11000 Global-Caledonienne de Logistique.pdf
- 14 01 10\_130-0162-400-B SOCALOG\_A4.pdf
- SOCALOG-Coupes ind r.pdf
- SOCALOG-RDC 1-250 ind r.pdf

## A2. Glossaire

**Objet à protéger** : structure ou service à protéger contre les effets de la foudre.

**Structure à protéger** : structure pour laquelle une protection contre les effets de la foudre est exigée conformément au présent guide.

NOTE – Une structure à protéger peut faire partie d'une structure de plus grandes dimensions.

**Structures avec risque d'explosion** : structures contenant des zones dangereuses comme cela est déterminé dans la CEI 60079-10 et la CEI 61241-3.

NOTE – Pour les besoins de l'UTE C 17-100-2, seules les structures comportant des zones dangereuses de type 0 ou

contenant des matériaux explosifs solides sont prises en considération.

**Structures dangereuses pour l'environnement** : structures qui peuvent être à l'origine d'émissions biologiques, chimiques et radioactives à la suite d'un foudroiement ; par exemple installations chimiques, pétrochimiques, nucléaires, etc.

**Environnement urbain** : zone présentant une forte densité de bâtiments avec une population importante et des immeubles élevés.

NOTE – Un centre-ville constitue un exemple d'environnement urbain.

**Environnement suburbain** : zone présentant une densité moyenne de bâtiments.

NOTE – Les zones à la périphérie immédiate des villes constituent un exemple d'environnement suburbain.

**Environnement rural** : zone présentant une faible densité de bâtiments.

NOTE – La campagne constitue un exemple d'environnement rural.

**Tension assignée de tenue aux chocs ( $U_w$ )** : valeur de tension de tenue aux chocs fixée par le constructeur aux matériels ou à une partie d'entre eux, caractérisant la tenue spécifiée de son isolation contre les surtensions transitoires.

NOTE – Pour les besoins de l'UTE C 17-100-2, seule la tension de tenue en mode commun est prise en compte.

**Réseau électrique** : réseau comportant des composants de puissance à basse tension et éventuellement des composants électroniques.

**Réseau électronique** : système comportant des composants électroniques sensibles tels que les matériels de communication, les ordinateurs, les systèmes de commande et de mesure, les systèmes radios et les installations d'électronique de puissance.

**Réseau interne** : réseaux électriques et électroniques à l'intérieur d'une structure.

**Service à protéger** : service pénétrant dans une structure pour lequel la protection contre les effets de la foudre est exigée conformément à la présente norme.

NOTE – Le service à protéger comprend les connexions physiques entre :

- le local contenant l'autocommutateur et le local de l'utilisateur ou deux locaux contenant un autocommutateur et deux

locaux d'utilisateur, pour les réseaux de communication ;

- le local contenant l'autocommutateur ou le local de l'utilisateur et un noeud du réseau de distribution ou entre deux

noeuds du réseau de distribution, pour les réseaux de communication ;

- le poste haute tension et le local de l'utilisateur, pour les réseaux d'énergie ;

- le poste de distribution et le local de l'utilisateur, pour les canalisations.

**Réseaux de communication** : support de transmission destiné à la communication entre des équipements qui peuvent être situés dans des structures séparées, comme les lignes téléphoniques et les lignes pour la transmission de données.

**Canalisations électriques** : lignes de transmission amenant l'énergie électrique dans une structure pour alimenter les matériels électriques et électroniques qui s'y trouvent, par exemple canalisations d'alimentation à basse tension ou à haute tension.

**Canalisations** : canalisations destinées à transporter un fluide en entrée ou en sortie d'une structure, par exemple tuyaux de gaz, d'eau ou d'huile.

**Événement dangereux** : coup de foudre frappant un objet à protéger ou à proximité d'un tel objet.

**Coup de foudre frappant un objet** : coup de foudre frappant un objet à protéger.

**Coup de foudre frappant à proximité d'un objet** : coup de foudre frappant suffisamment près d'un objet à protéger pour pouvoir causer des surtensions dangereuses.

**Nombre d'événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure (ND)** : nombre annuel moyen prévisible de coups de foudre sur une structure.

**Nombre d'événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service (NL)** : nombre annuel moyen prévisible de coups de foudre sur un service.

**Nombre d'événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'une structure**

**(NM)** : nombre annuel moyen prévisible de coups de foudre à proximité d'une structure.

**Nombre d'événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'un service (NI) :** nombre annuel moyen prévisible de coups de foudre à proximité d'un service.

**Impulsion électromagnétique de foudre (IEMF) :** effets électromagnétiques du courant de foudre.

NOTE – Elle comprend les surtensions conduites ainsi que les effets des champs électromagnétiques rayonnés.

**Chocs :** onde transitoire se manifestant sous la forme de surtensions et/ou de surintensités.

NOTE – Les chocs causés par l'IEMF peuvent provenir des courants de foudre (partiels), des effets inductifs dans des

boucles dans l'installation et se manifester comme la surtension résiduelle en aval des parafoudres.

**Nœud :** point d'une ligne d'un service où la propagation d'un choc peut être négligée.

NOTE – Des exemples de noeuds sont un point de connexion d'un transformateur HT/BT ou d'un multiplexeur d'une ligne

de communication ou encore un parafoudre mis en oeuvre sur une ligne en conformité avec la CEI 62305-5.

**Dommage physique :** dommages touchant la structure ou son contenu et dus aux effets mécaniques, thermiques, chimiques et explosifs de la foudre.

**Blessures d'êtres vivants :** blessures, y compris blessures entraînant la mort, de personnes ou d'animaux dues aux tensions de contact et de pas causées par la foudre.

**Défaillance des réseaux électriques et électroniques** : dommage permanent des réseaux électriques et électroniques dû aux IEMF.

**Probabilité de dommage (Px)** : probabilité pour qu'un coup de foudre cause un dommage à un objet à protéger.

**Perte (Lx)** : montant moyen de pertes (personnes et biens) consécutif à un type spécifique de dommage dû à un événement dangereux, par rapport à la valeur (personnes et biens) de l'objet à protéger.

**Risque (R)** : valeur de la perte annuelle moyenne probable (personnes et biens) due à la foudre, par rapport à la valeur totale (personnes et biens) de l'objet à protéger.

**Composante du risque (Rx)** : risque partiel qui dépend de la source et du type de dommage.

**Risque tolérable (RT)** : valeur maximale du risque qui peut être tolérée par l'objet à protéger.

**Zone d'une structure (ZS)** : partie d'une structure dont les caractéristiques sont homogènes dans laquelle un seul jeu de paramètres est utilisé pour l'évaluation d'une composante du risque.

**Zone de protection foudre (ZPF)** : zone dans laquelle l'environnement électromagnétique de foudre est défini.

**Niveau de protection (NP)** : nombre lié à un ensemble de valeurs de paramètres du courant de foudre quant à la probabilité selon laquelle les valeurs de conception associées maximales et minimales ne seront pas dépassées lorsque la foudre apparaît de manière naturelle.

**NOTE** – Le niveau de protection contre la foudre est utilisé pour concevoir des mesures de protection selon le jeu

approprié de paramètres du courant de foudre.

**Mesures de protection** : mesures à adopter dans l'objet à protéger pour réduire le risque dû à la foudre.

**Système de protection contre la foudre (SPF)** : installation complète utilisée pour réduire les dommages physiques dus aux coups de foudre qui frappent une structure. Elle comprend à la fois des installations extérieures et intérieures de protection contre la foudre.

**Système de protection contre l'IEMF (SPI)** : installation complète de mesures de protection contre l'IEMF pour les réseaux internes.

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

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

**1+ ou 1++** : dans ce document, correspond à un niveau de protection plus élevé que le niveau 1. Un SPF de niveau 1+ correspond à une probabilité de capture de 99% (98% seulement pour le niveau 1) et un SPF de niveau 1++ correspond à une probabilité de capture de 99,9%. Pour les parafoudres, 1++ correspond à une probabilité Pspd de 0,005 et 1++ à une probabilité de 0,001. Ces termes sont entrés dans le langage courant car ils montrent que la protection est plus élevée que le niveau 1 alors que la probabilité n'est pas une donnée facilement interprétable.



### A3. Note technique parafoudre HTA

SEFTIM est qualifié



et certifié ISO 9001 Version 2000 par



AF18-ET-V2\_BIOTOP\_PANDA

Page 33/59



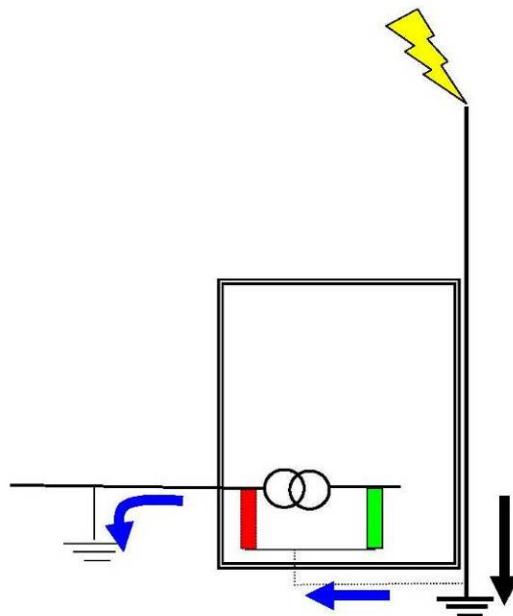
49, RUE DE LA BIENFAISANCE - 94300 VINCENNES  
 SA. AU CAPITAL DE 152 449 € – RCS CRETEIL B 316 719 855  
 SIRET 316 719 855 00025 – CODE APE 742 C  
 CERTIFIEE ISO 9001

### NOTE TECHNIQUE

#### Parafoudre HT pour équipotentialité d'un système de protection contre la foudre

**OBJET :** Les normes actuelles tant françaises qu'internationales (CEI/EN 62305, NF C 15-100) imposent l'utilisation de parafoudres d'équipotentialité (de Type 1 selon NF EN 61643-11) sur le réseau électrique dès lors qu'il y a un paratonnerre. Il y a quelques exceptions dans la norme française NFC 15-100 et notamment lorsque l'arrivée se fait en Haute Tension. Dans ce cas le parafoudre BT de Type 1 n'est pas obligatoire. Cependant, les normes internationales sont plus claires, puisque par exemple la CEI/EN 62305-2 prend en compte la HT comme la BT dans son analyse du risque. La conclusion, techniquement évidente mais malheureusement pas écrite de façon claire dans la norme, est l'utilisation de parafoudres d'équipotentialité HT. La présente note est là pour expliquer cette nécessité, dire comment le parafoudre HT doit être dimensionné et également discuter de la nécessité du parafoudre côté BT.

La situation est décrite sur le schéma ci-joint :



SEFTIM est qualifiée



t certifiée ISO 9001 Version 2000 par





49, RUE DE LA BIENFAISANCE - 94300 VINCENNES  
SA. AU CAPITAL DE 152 449 € – RCS CRETEIL B 316 719 855  
SIRET 316 719 855 00025 – CODE APE 742 C  
CERTIFIEE ISO 9001

En cas de choc de foudre sur le bâtiment 50% du courant ira dans la terre (si c'est une terre foudre donc bonne en HF sinon moins de courant passera dans la terre locale du paratonnerre) suivant la flèche noire et 50% dans le réseau BT suivant la flèche bleue : c'est cette relation qui permet de dimensionner les parafoudres d'équipotentialité de Type 1.

Dans le cas d'une installation avec transformateur incorporé le courant, pour retourner à la terre une fois passé le parafoudre BT (vert), n'a comme autre choix que le transformateur (ce qui dans la plupart des cas n'est pas supportable par le dit transformateur) et seul le parafoudre HT (rouge) peut assurer la circulation du courant vers le réseau HT sans passer en majeur partie par le transfo HT/BT (il ne reste alors qu'un plus faible courant passant par couplage capacitif dans le transformateur). Ce parafoudre doit être conforme à la CEI 6009-4. Son dimensionnement correspond en général à un courant maximal de décharge de 100 kA (4/10) et un courant nominal de décharge In de 10 kA (8/20) afin de supporter la contrainte. Son enveloppe doit être en matériau polymère.

Cependant, en cas de surtension venant de la HT il y a transfert de surtensions de la HT vers la BT et donc le parafoudre vert est utile. De même en cas de surtensions en provenance du paratonnerre, une partie du courant s'évacuera par couplage capacitif et un parafoudre BT est utile. Il peut cependant être de Type 2. Compte tenu du taux de transfert de la HT vers la BT, il vient pour un parafoudre HT de 100 kA, un courant Imax calculé de 48,75 kA pour le parafoudre BT vert. Dans la pratique (ceci permettra de couvrir à la fois les contraintes venant de la HT, celles venant du paratonnerre et de l'existence des produits dans les catalogues) on retiendra un Imax de 40 kA minimum et un In minimum de 10 kA pour la parafoudre BT vert (Type 2).

SEFTIM est qualifiée



t certifiée ISO 9001 Version 2000 par



## A4. NOTICE DE VERIFICATION ET DE MAINTENANCE

1	INTRODUCTION .....	3
2	GENERALITES .....	4
2.1	Référentiels réglementaires et normatifs .....	5
2.2	Équipotentialité générale.....	6
2.2.1	Équipotentialité des Matériels électriques .....	6
2.2.2	Blindages des câbles .....	6
2.2.3	Tuyauteries.....	6
2.2.4	Mise à la terre des éléments non utilisés.....	7
3	DESCRIPTION DU SITE .....	8
3.1	Localisation .....	8
3.2	Description des bâtiments.....	9
3.2.1	Bâtiment principal.....	9
3.3	Services .....	11
3.3.1	Energie .....	11
3.3.2	Téléphonie et courants faibles liés au process .....	11
3.4	Inventaire des moyens de prévention et de protection foudre existants .....	12
4	CONCLUSIONS DE L'ARF .....	13
5	BATIMENT PRINCIPAL .....	14
5.1	Protection de la structure .....	14
5.2	Protection des lignes électriques .....	19
5.2.1	Arrivée énergie HTA .....	20
5.2.2	Départs BT .....	20
5.3	Protection des lignes signal et télécom.....	21
5.4	Protection des services métalliques .....	22
5.5	Protection des éléments importants pour la sécurité .....	23
5.6	Compléments .....	24
1.	Vérifications périodiques ou sur évènement : principes selon les normes nf en 62305 ..	38
1.1.	SPF .....	38
1.1.1.	Ordre des vérifications .....	38
1.1.2.	Maintenance .....	39
1.1.3.	Périodicité .....	39
1.1.4.	Inspections visuelles .....	39
1.1.5.	Essais.....	40
1.1.6.	Maintenance .....	41
1.2.	SMPI .....	42
1.2.1.	Inspection visuelle .....	43
1.2.2.	Mesures .....	43
1.2.3.	Documentation pour l'inspection.....	43
1.2.4.	Maintenance .....	43



2. Exigences de vérification selon l'arrêté ICPE du 15 janvier 2008 .....	44
3. Contrôles à effectuer : .....	44
4. Liste et localisation des moyens de protection contre la foudre .....	46

SEFTIM est qualifié



et certifié ISO 9001 Version 2000 par



## 1. Vérifications périodiques ou sur évènement : principes selon les normes nf en 62305

Les normes NF EN 62305-3 et -4 donnent les principes de vérification pour les composants des SPF et SMPI respectivement. Ces principes sont rappelés ci-après. Les exigences de l'arrêté ICPE du 15 janvier 2008 sont également rappelées.

La périodicité des vérifications dépend du niveau de protection selon la norme mais est fixée par arrêté pour les ICPE.

### 1.1. SPF

Les vérifications ont pour objet de s'assurer que:

**l'installation de protection contre la foudre est conforme à la conception basée sur la présente norme (vérification initiale seulement),**

**tous les composants de l'installation de protection contre la foudre sont en bon état et peuvent assurer les fonctions auxquelles ils sont destinés, et qu'il n'y a pas de corrosion,**

**toutes les dispositions ou constructions récemment ajoutées sont intégrées dans le SPF.**

#### 1.1.1. Ordre des vérifications

Il convient que les vérifications soient effectuées comme suit:

**pendant la construction de la structure, afin de contrôler les électrodes enterrées (prises de terre)**

**après la mise en œuvre du SPF (vérification initiale)**

**périodiquement, avec des intervalles déterminés en fonction de la nature de la structure à protéger et des problèmes de corrosion, ainsi que du type de SPF;**

**après destruction ou réparation, ou lorsque l'on sait que la structure a été frappée par la foudre.**

Lors des inspections périodiques, les points suivants doivent être particulièrement vérifiés:

**la détérioration et la corrosion des éléments des dispositifs de capture, des conducteurs et des connexions;**

**la corrosion et la résistance globale de la prise de terre;**

**les connexions, les équipotentialités et les fixations.**

### 1.1.2. Maintenance

Des vérifications régulières constituent le principe même d'un entretien fiable d'une installation de protection contre la foudre. Toute défectuosité constatée doit être réparée sans retard.

### 1.1.3. Périodicité

**Les intervalles entre inspections s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction.**

**Il est recommandé d'inspecter le système de protection visuellement au moins chaque année.**

De plus, il convient d'inspecter un système de protection lors de toute modification ou réparation de la structure protégée et suite à tout impact connu sur le système.

Il convient qu'une inspection complète et que des essais soient réalisés tous les deux à quatre ans. Il convient que les systèmes critiques, par exemple parties soumises à des chocs mécaniques telles que fixations souples en zones ventées, parafoudres sur des canalisations, mise à la terre extérieures, subissent une visite annuelle.

Dans la plupart des régions, et plus particulièrement dans celles soumises à des gradients de températures élevés et à la pluie, il convient de prendre en compte la variation de la valeur de la résistance de terre en mesurant la résistivité du sol à divers niveaux et en diverses saisons.

Il convient d'envisager une amélioration de la prise de terre si le profil de résistivité présente de grandes variations par rapport à celui présumé lors de la conception, particulièrement si la résistivité augmente régulièrement entre les inspections.

Tableau E.2 – Intervalles maximaux entre inspections d'un SPF

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

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

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

### 1.1.4. Inspections visuelles

Une inspection visuelle doit être réalisée pour vérifier que :

- le SPF 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 et les composants du système sont fixés et protégés contre les chocs,

- 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
- les conducteurs et connexions d'équipotentialité sont en place et intacts,
- les distances de séparation sont maintenues,

### 1.1.5. Essais

**Note : la vérification complète de l'arrêté ICPE correspond aux essais + inspection visuelle**

L'inspection complète et les essais comprennent une inspection visuelle complétée par:

- les essais de continuité des parties qui ne peuvent être contrôlées par inspection visuelle
- les valeurs de résistance de la prise de terre.

**NOTE** Une mesure de terre à haute fréquence est possible lors de la mise en place comme lors de la maintenance du système de prise de terre afin de vérifier la cohérence entre le système de prise de terre réalisé et le besoin.

La résistance de chaque électrode de terre et si possible, la résistance de la prise de terre complète. Si la valeur de la résistance globale de la prise de terre excède  $10 \Omega$ , un contrôle est effectué pour vérifier que la prise de terre est conforme. De même, 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.

Il convient de clarifier le texte de cette exigence normative. La norme définit trois types de prises de terre :

#### Prises de terre individuelles (Type A) :

Ce type de disposition comporte des électrodes de terre radiales ou verticales, installées à l'extérieur de la structure à protéger, connectées à chacune des descentes.

Pour une disposition A, le nombre minimal d'électrodes de terre doit être de deux.

On définit pour les électrodes de terre une longueur d'électrodes en fonction de la résistivité et du niveau de protection requis.

Les longueurs minimales peuvent ne pas être considérées, si une prise de terre de résistance inférieure à  $10 \Omega$  est réalisée.

En pratique il y a donc 2 cas :

- la prise de terre a été choisie inférieure à  $10 \Omega$  : dans ce cas on doit vérifier que la valeur n'est pas plus grande que  $10 \Omega$  lors de vérifications suivantes
- la prise de terre a été dimensionnée à partir d'une longueur de conducteur : auquel cas la vérification ne peut pas porter sur la valeur de la résistance de terre et l'impédance de terre doit être mesurée et sa dérive utilisée comme critère de test. Ceci permet également de

valider l'effet potentiel de la corrosion et est donc une mesure générale de l'efficacité de la prise de terre et de son intégrité

#### Prise de terre de Type B :

Ce type de disposition comporte, soit une boucle extérieure à la structure à protéger, en contact avec le sol sur au moins 80 % de sa longueur, soit une boucle à fond de fouille. Ces prises de terre peuvent aussi être maillées. Pour une prise de terre en boucle (ou une prise de terre à fond de fouille), le rayon géométrique moyen  $r_e$  de la surface intéressée par la prise de terre ne doit pas être inférieur à la longueur minimale (voir prise de terre de Type A, donc la remarque sur la valeur de  $10 \Omega$  s'applique également dans ce cas).

Lorsque la valeur prescrite est supérieure à la valeur appropriée de  $r_e$ , des conducteurs radiaux ou verticaux (ou inclinés) supplémentaires doivent être rajoutés.

Il est recommandé que le nombre d'électrodes complémentaires ne doit pas être inférieur au nombre de descentes, avec un minimum de deux.

En pratique il y a donc 2 cas :

- la prise de terre a été choisie inférieure à  $10 \Omega$  : dans ce cas on doit vérifier que la valeur n'est pas plus grande que  $10 \Omega$  lors de vérifications suivantes
- la prise de terre a été dimensionnée à partir d'une longueur de conducteur : auquel cas la vérification ne peut pas porter sur la valeur de la résistance de terre et l'impédance de terre doit être mesurée et sa dérive utilisée comme critère de test. Ceci permet également de valider l'effet potentiel de la corrosion et est donc une mesure générale de l'efficacité de la prise de terre et de son intégrité

#### Prise de terre naturelle

Peuvent être utilisées comme prises de terre naturelles les armatures d'acier interconnectées du béton ou d'autres structures métalliques souterraines pour peu que les dimensions soient en cohérence avec les dimensions des électrodes de terre de type A et B.

En pratique, s'agissant de prise de terre naturelle, il y a 2 cas également :

- la prise de terre a été mesurée initialement inférieure à  $10 \Omega$  : dans ce cas on doit vérifier que la valeur n'est pas plus grande que  $10 \Omega$  lors de vérifications suivantes
- la prise de terre a été mesurée initialement en haute fréquence (par exemple par ce que la prise de terre dépassait  $10 \Omega$ ), et dans ce cas l'impédance de terre doit être mesurée et sa dérive utilisée comme critère de test. Ceci permet également de valider l'effet potentiel de la corrosion et est donc une mesure générale de l'efficacité de la prise de terre et de son intégrité

### **1.1.6. Maintenance**

Il convient que le programme de maintenance assure une mise à jour permanente du SPF

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 spécifiées par une autorité ou par le concepteur ou l'installateur du SPF en accord avec le propriétaire de la structure ou de son représentant attitré.

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

SEFTIM est qualifié



et certifié ISO 9001 Version 2000 par



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

#### Procédure de maintenance

Il y a lieu d'établir des programmes de vérifications périodiques pour tous les SPF.

Il est recommandé d'établir les procédures de maintenance pour chaque système de protection et qu'elles fassent partie du programme général de maintenance de la structure protégée.

Il convient qu'un programme de maintenance comporte une liste de vérifications de manière que la maintenance soit régulièrement suivie et comparée avec les vérifications antérieures.

Il y a lieu qu'un 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.

### **1.2. SMPI**

Inspection d'un SMPI : l'inspection comprend la vérification de la documentation technique, les vérifications visuelles et les mesures d'essai. Les objectifs d'une inspection sont de vérifier que

- le SMPI est conforme à sa conception;
- le SMPI est apte à sa fonction;
- toute nouvelle mesure de protection est intégrée de manière correcte dans le SMPI.

Les inspections doivent être effectuées

- lors de l'installation du SMPI,
- après l'installation du SMPI,
- périodiquement,
- après toute détérioration de composants du SMPI,
- si possible après un coup de foudre sur la structure (identifié par exemple par un compteur de foudre ou par un témoin ou encore si une évidence visuelle est constatée sur un dommage de la structure).

La fréquence des inspections périodiques doit être fixée selon les considérations suivantes:

SEFTIM est qualifié



et certifié ISO 9001 Version 2000 par



l'environnement local, tel que le sol ou l'atmosphère corrosive;  
le type des mesures de protection utilisées.

### **1.2.1. Inspection visuelle**

Une inspection visuelle doit être réalisée pour vérifier que :

- les connexions sont serrées et qu'aucune rupture de conducteur ou de jonction n'existe,
- aucune partie du système n'est fragilisée par la corrosion, particulièrement au niveau du sol,
- les conducteurs de mise à la terre et les écrans de câbles sont intacts,
- il n'existe pas d'ajouts ou de modifications nécessitant une protection complémentaire,
- il n'y a pas de dommages de parafoudres et de leur fusible,
- le cheminement des câbles est maintenu,
- les distances de sécurité aux écrans spatiaux sont maintenues.

### **1.2.2. Mesures**

Pour les parties des mises à la terre et des équipotentialités non visibles lors de l'inspection, il convient que des mesures de continuité soient effectuées.

### **1.2.3. Documentation pour l'inspection**

Il convient de préparer un guide d'inspection pour la rendre plus facile. Il est recommandé que le guide contienne suffisamment d'informations pour aider l'inspecteur dans sa tâche, de manière qu'il puisse documenter tous les aspects de l'installation et des composants, les méthodes d'essai et l'enregistrement des résultats d'essais.

L'inspecteur doit préparer un rapport devant être annexé au rapport de conception et aux précédents rapports d'inspection. Le rapport d'inspection doit comporter au moins les informations relatives à:

- l'état général du SMPI ,
- toute(s) déviation(s) par rapport aux exigences de conception;
- les résultats des essais effectués.

### **1.2.4. Maintenance**

Après l'inspection, tout défaut relevé doit être réparé sans délai et si nécessaire, la documentation technique doit être mise à jour.

## 2. Exigences de vérification selon l'arrêté ICPE du 15 janvier 2008

Après la vérification initiale, il faut réaliser des vérifications visuelles annuelles et en alternance des vérifications complètes (visuel + des mesures).

Des inspections après les chocs de foudre constatés sont également demandées avec remise en état sous 1 mois. Les compteurs horodateurs permettront de tenir compte de cette contrainte. Une visite mensuelle de ces compteurs est donc nécessaire.

## 3. Contrôles à effectuer :

La norme précise que les éléments dont la continuité ne peut être vérifiée visuellement doivent être contrôlés par des essais.

Notre recommandation : compte tenu du risque liés aux connexions mécaniques, des mesures sont également nécessaires par sondage (ou à 100% sur les points stratégiques du SPF) pour s'assurer que la corrosion ou d'autres causes n'ont pas dégradé l'équipotentialité.

Les parafoudres doivent être équipés d'indicateurs de défaut ou être contrôlés (ce qui nécessite souvent leur dépose).

Les contrôles visuels ci-dessous sont annuels, les autres sont à réaliser un an sur deux.

### Paratonnerre :

Vérifier visuellement que :

Les conducteurs de toiture n'ont pas subi d'impact entraînant une dégradation physique,

Leur fixation est bonne,

Leur raccordement aux descentes est correct et que les liaisons équipotentielles sont en place et serrées.

Toutes les interconnexions constituant le maillage du bâtiment sont en place et serrées,

Les compteurs n'ont pas incrémenté (le compteur horodateur permet de tenir compte de la nécessité de dater les événements et d'intervenir sous 1 mois mais doivent être relevés mensuellement)

Pour les PDA, ils doivent être testables à distance ou démontés pour contrôle tous les 2 ans (suivant indications du constructeur).

### Descentes :

Vérifier visuellement que les fixations des rubans sont toutes en place et en bon état,

SEFTIM est qualifié



et certifié ISO 9001 Version 2000 par



Vérifier que les joints de contrôles et les raccordements au compteur de foudre sont correctement fermés et serrés.

#### Prise de terre :

##### Prises de terre individuelles (Type A) et Prise de terre de Type B :

- la prise de terre a été choisie inférieure à  $10 \Omega$  : dans ce cas on doit vérifier que la valeur n'est pas plus grande que  $10 \Omega$  lors de vérifications suivantes
- la prise de terre a été dimensionnée à partir d'une longueur de conducteur : auquel cas la l'impédance de terre doit être mesurée et sa dérive utilisée comme critère de test.

##### Prise de terre naturelle

- la prise de terre a été mesurée initialement inférieure à  $10 \Omega$  : dans ce cas on doit vérifier que la valeur n'est pas plus grande que  $10 \Omega$  lors de vérifications suivantes
- la prise de terre a été mesurée initialement en haute fréquence : dans ce cas l'impédance de terre doit être mesurée et sa dérive utilisée comme critère de test.

En fonction des cas, il faut donc :

- effectuer une mesure de la valeur de la résistance prise de terre à l'aide d'un telluromètre basse fréquence. La valeur trouvée dans des conditions normales d'humidité et de température du sol ne doit pas excéder une valeur de  $10 \Omega$ . Si la valeur de la prise de terre a largement varié depuis la dernière mesure il convient de réaliser une mesure de terre en haute fréquence pour s'assurer qu'elle est encore capable de réaliser sa fonction.
- Effectuer une mesure d'impédance de terre en haute fréquence : pour qualifier la prise de terre en haute fréquence on mesurera la moyenne des impédances entre  $63 \text{ kHz}$  et  $1 \text{ MHz}$ . Cette moyenne (appelée RHF) sera comparée aux valeurs suivantes :

$\text{RHF} \leq 10 \Omega$  : prise de terre foudre de très bonne qualité

$10 \Omega < \text{RHF} \leq 30 \Omega$  : prise de terre foudre de bonne qualité

$30 \Omega < \text{RHF} \leq 40 \Omega$  : prise de terre foudre acceptable

$\text{RHF} > 40 \Omega$  : prise de terre foudre de mauvaise qualité, prise de terre à reprendre si ceci résulte d'une évolution de la prise de terre.

#### Parafoudres :

On distinguera dans les parafoudres, ceux qui sont équipés d'un dispositif de visualisation d'état et ceux qui en sont dépourvus.

##### Parafoudres équipés d'un dispositif de visualisation d'état

Ce sont généralement les parafoudres énergie qui en sont équipés. Le contrôle consiste à vérifier :

- que l'indicateur d'état n'indique pas un défaut ou une fin de vie proche (se reporter à la notice technique du composant),
- que le disjoncteur et/ou les fusibles de protection ne sont pas ouverts,
- que les fils de raccordements (point chaud et mise à la terre) ne sont pas déconnectés ou desserrés.

##### Parafoudres non équipés d'un dispositif de visualisation d'état

Ce sont généralement les protections des liaisons "courant faible".

SEFTIM est qualifié



et certifié ISO 9001 Version 2000 par



Normalement, la détection de la détérioration de ces dispositifs est immédiate puisque cette détérioration se traduit par une non-transmission des informations circulant sur la liaison protégée, du fait de la fin de vie en court-circuit. Une coupure de signal sur une liaison protégée indique dans ce cas que la protection est défectueuse et il conviendra de la remplacer.

En cas de besoin, notamment pour les lignes qui ne sont pas des lignes courant faible, le seuil d'écrêtage doit être contrôlé pour voir s'il est toujours conforme aux valeurs de la spécification du constructeur. Le contrôle du seuil d'écrêtage d'un dispositif de protection s'effectue soit à l'aide d'un générateur de rampe normalisé (seuil d'amorçage statique) soit à l'aide d'un générateur d'impulsion (seuil d'amorçage dynamique). Le test du seuil d'écrêtage des parafoudres ne peut se faire que si ceux-ci sont déposés. Il faut donc prévoir un arrêt de la ligne durant le test.

#### Equipotentialité :

L'équipotentialité entre deux conducteurs ou entre conducteur et partie métallique peut selon le cas se vérifier visuellement ou se mesurer à l'aide d'un milli ohmmètre et la valeur trouvée entre chaque jonction ne doit pas excéder  $5\text{ m}\Omega$ .

## 4. Liste et localisation des moyens de protection contre la foudre

Cette liste est celle des produits décrits dans l'étude technique (ET). Elle peut faire l'objet d'une liste sous forme d'un tableau dans le cas de solutions basées sur peu de moyens de protection. En cas de liaisons équipotentielles, un tel tableau n'est pas approprié et il convient plutôt de se référer à des plans d'installations ou à une description technique telle que présentée dans l'ET. D'une manière générale une description par photos et texte est plus appropriée qu'un plan pour les parafoudres et les équipotentialités et ceci d'autant plus que le nombre de moyens de protection sur le site est élevé. Par contre il est approprié de représenter les moyens de protection contre les chocs de foudre directs sous forme d'un plan. La liste des moyens de protection doit faire référence aux DOE des installateurs intervenants sur le site pour tenir compte de ce qui est réellement installé.

## A5. Example de Carnet de bord

Le Carnet de Bord de l'installation de protection foudre doit comprendre :

- le rapport d'ARF
- le rapport d'ET comprenant la notice de vérification et de maintenance
- le ou les DOE des installateurs de protection foudre
- le rapport de vérification initiale : ce document est le plus important car il valide à la fois la conformité de l'installation avec les normes en vigueur mais également la conformité avec les exigences de l'ET. Les vérifications périodiques ultérieures ne traiteront que les écarts par rapport à cette vérification initiale.
- les rapports de vérifications périodiques annuelles visuelles et complètes en alternance et tout élément montrant les évolutions des structures protégées et des moyens de protection (maintenance préventive ou curative par exemple).

Le document peut prendre toute forme (classeur, dossier physique ou informatique ...). Un exemple de Carnet de bord est donné ci-dessous.

# Qualifoudre

## INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

### CARNET DE BORD

Raison sociale : \_\_\_\_\_

Désignation de l'Établissement : \_\_\_\_\_

Adresse de l'Établissement : \_\_\_\_\_

Adresse du Siège Social : \_\_\_\_\_

### 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'Etablissement.

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

SEFTIM est qualifié



et certifié ISO 9001 Version 2000 par



### Renseignements sur l'Etablissement

Nature de l'activité (1) : .....

N° de classification INSEE : .....

1. Les indications à donner ont pour but de déterminer, au regard des textes officiels, quelles sont les règles applicables, par exemple : ICPE, INB, ERP...
  2. Pour les établissements recevant du public (théâtres, cinéma, magasins, hôpitaux...).  
Pour les Installations Classées (déclaration, autorisation, AS...)

### Pouvoirs Publics exerçant le contrôle de l'Etablissement :

Inspection du Travail		
Commission de Sécurité		
DRIRE		

Personne responsable de la surveillance des installations :

NOM	QUALITE	DATE D'ENTREE EN FONCTION

1. Les indications à donner ont pour but de déterminer, au regard des textes officiels, quelles sont les règles applicables, par exemple : ICPE, INB, ERP...
  2. Pour les établissements recevant du public (théâtres, cinéma, magasins, hôpitaux...).  
Pour les Installations Classées (déclaration, autorisation, AS...)

## 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 ou N° QUALIFOUDRE

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

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR ou N° QUALIFOUDRE

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

### III – INSTALLATION DES PROTECTIONS

DATE DE RECEPTION	INTITULE DU DOCUMENT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR ou N° QUALIFOUDRE

## IV – VERIFICATIONS PERIODIQUES

## A6. Protection des personnes proches d'un SPF

### **Mesures contre les tensions de contact**

A l'extérieur de la structure, à proximité des conducteurs de descente, dans des conditions particulières, la tension de contact peut être dangereuse même si l'installation extérieure de protection contre la foudre a été conçue et mise en œuvre conformément aux exigences citées ci-dessus.

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

- a) 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 ;
- b) 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 (utilisation des composants naturels qui ne s'applique pas bien aux attractions en objet) ;
- c) la résistivité de la couche de surface du sol, jusqu'à 3 m des conducteurs de descente, n'est pas inférieure à 5 kΩm.

*NOTE Une couche en matériau isolant, par exemple une couche d'asphalte de 5 cm (ou une couche de gravier de 15 cm) réduit les risques à un niveau tolérable.*

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

- l'isolation des conducteurs de descente 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.

### **Mesures contre les tensions de pas**

A l'extérieur de la structure, à proximité des conducteurs de descente, dans des conditions particulières, la tension de pas peut être dangereuse même si le SPF a été conçu et mis en œuvre conformément aux règles de la présente norme.

Les risques pour les personnes peuvent être considérés comme négligeables si les conditions suivantes sont satisfaites:

- a) 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 ;
- b) la résistivité de la couche de surface du sol, jusqu'à 3 m des conducteurs de descente, n'est pas inférieure à 5 kΩm.

*NOTE Une couche en matériau isolant, par exemple une couche d'asphalte de 5 cm (ou une couche de gravier de 15 cm) satisfait généralement cette exigence.*

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

- équipotentialité au moyen d'un réseau de terre maillé ;
- des restrictions physiques et/ou des pancartes d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m.

## A7. Distance de séparation

L'isolation électrique entre le dispositif de capture ou les conducteurs de descente et les parties métalliques de la structure, les installations métalliques et les systèmes intérieurs peut être réalisée par une distance  $d$  entre les parties plus grande que la distance de séparation  $s$ :

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l \quad (4)$$

où

$k_i$  dépend du type de SPF choisi (voir Tableau 10);

$k_c$  dépend du courant de foudre s'écoulant dans les conducteurs de descente (voir Tableau 11);

$k_m$  dépend du matériau de séparation (voir Tableau 12);

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

**Tableau 10 – Isolation d'un SPF extérieur – Valeurs du coefficient  $k_i$**

Type de SPF	$k_i$
I	0,08
II	0,06
III et IV	0,04

**Tableau 11 – Isolation d'un SPF extérieur – Valeurs du coefficient  $k_c$**

Nombre de conducteurs de descente $n$		Valeurs spécifiques (voir Tableau C.1) $k_c$
1		1
2		1 ... 0,5
4 et plus		1 ... 1/n

**Tableau 12 – Isolation d'un SPF extérieur – Valeurs du coefficient  $k_m$**

Matériau	$k_m$
Air	1
Béton, briques	0,5

NOTE 1 Si plusieurs matériaux isolants sont en série, une bonne pratique est de choisir la valeur la plus faible de  $k_m$ .

NOTE 2 L'utilisation d'autres matériaux isolants est à l'étude.

## A8. Composants naturels d'un SPF

### Chapitre 5.2.5

a) Les tôles métalliques recouvrant la structure à protéger, sous réserve que:

- la continuité électrique entre les différentes parties soit réalisée de façon durable (par exemple par brasage, soudage, sertissage, vissage ou boulonnage);
- l'épaisseur des tôles métalliques ne soit pas inférieure à la valeur  $t'$  figurant dans le Tableau 3, de façon à empêcher la perforation des tôles ou à prendre en compte l'inflammabilité des matériaux placés dessous;
- l'épaisseur des tôles métalliques ne soit pas inférieure à la valeur  $t$  figurant dans le Tableau 3, de façon à les protéger contre les perforations ou à éviter les problèmes de points chauds;
- elles ne soient pas revêtues de matériau isolant.

**Tableau 3 – Epaisseur minimale des tôles ou canalisations métalliques du dispositif de capture**

Niveau de protection	Matériau	Epaisseur <sup>a</sup> mm	Epaisseur <sup>b</sup> mm
I à IV	Plomb	–	2,0
	Acier (inox, galvanisé)	4	0,5
	Titanium	4	0,5
	Cuivre	5	0,5
	Aluminium	7	0,65
	Zinc	–	0,7

<sup>a</sup>  $t$  en cas de problèmes de perforation, de point chaud ou d'inflammation.

<sup>b</sup>  $t'$  seulement pour les feuilles métalliques s'il n'est pas nécessaire de protéger contre les problèmes de perforation, de point chaud ou d'inflammation.

- b) Les éléments métalliques de construction du toit (fermes, armatures d'acier interconnectées, etc.) recouverts de matériaux non métalliques, à condition que ces derniers puissent être exclus de la structure à protéger.
- c) Les parties métalliques du type gouttières, décos, rambardes, etc., dont la section n'est pas inférieure à celle qui est spécifiée pour les composants normaux du dispositif de capture.
- d) Les tuyaux et réservoirs métalliques sur la toiture si l'épaisseur et la section de leur matériau est conforme au Tableau 6.
- e) Les tuyaux et réservoirs métalliques de mélanges combustibles et explosifs, s'ils sont réalisés en un matériau d'épaisseur non inférieure à la valeur appropriée de  $t$  figurant dans le Tableau 3, et si l'élévation de température de la surface intérieure au point d'impact ne constitue pas un danger (pour des informations détaillées, voir l'Annexe E).

### 5.3.5 Composants "naturels"

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

a) les installations métalliques, à condition que:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTE 5 Pour des informations complémentaires, voir l'Annexe E.

## A9. Dimensionnement des parafoudres de Type 1

	Niveau de protection I	Niveau de protection II	Niveau de protection III-IV
I(kA)	200	150	100

Tableau 1 : Courant direct max (premier coup court)

La présence d'un paratonnerre sur un bâtiment impose la mise en place de parafoudres de Type 1. Ceux-ci doivent être capables d'écouler 50% du courant de foudre direct (onde 10/350 µs).

### Dimensionnement du parafoudre

$$I = \frac{I_{\max}}{2} \times \frac{1}{m \times n}$$

Avec :

$I_{\max}$  = courant direct max (kA)

$m$  = nb de ligne

$n$  = nb de pôles

## A10. Compteurs de coup de foudre installés sur la borne de terre des parafoudres de Type 1



49, RUE DE LA BIENFAISANCE - 94300 VINCENNES  
SAS, AU CAPITAL DE 155 000 -- RCS CRETEIL B 316 719 855 --  
SIRET 316 719 855 00025 - CODE APE 742 C  
CERTIFIEE ISO 9001

### **Une solution élégante et économique pour répondre aux besoins d'enregistrement des agressions foudre sur les sites protégés par Système de Protection Foudre suivant l'arrêté du 15 janvier 2008.**

L'arrêté ICPE du 15 janvier 2008 précise à l'article 5 :

Les agressions de la foudre sur le site sont enregistrées. En cas de coup de foudre enregistré, une vérification visuelle des dispositifs de protection concernés est réalisée, dans un délai maximum d'un mois, par un organisme compétent.

Si l'une de ces vérifications fait apparaître la nécessité d'une remise en état, celle-ci est réalisée dans un délai maximum d'un mois.

Il existe de fait plusieurs solutions :

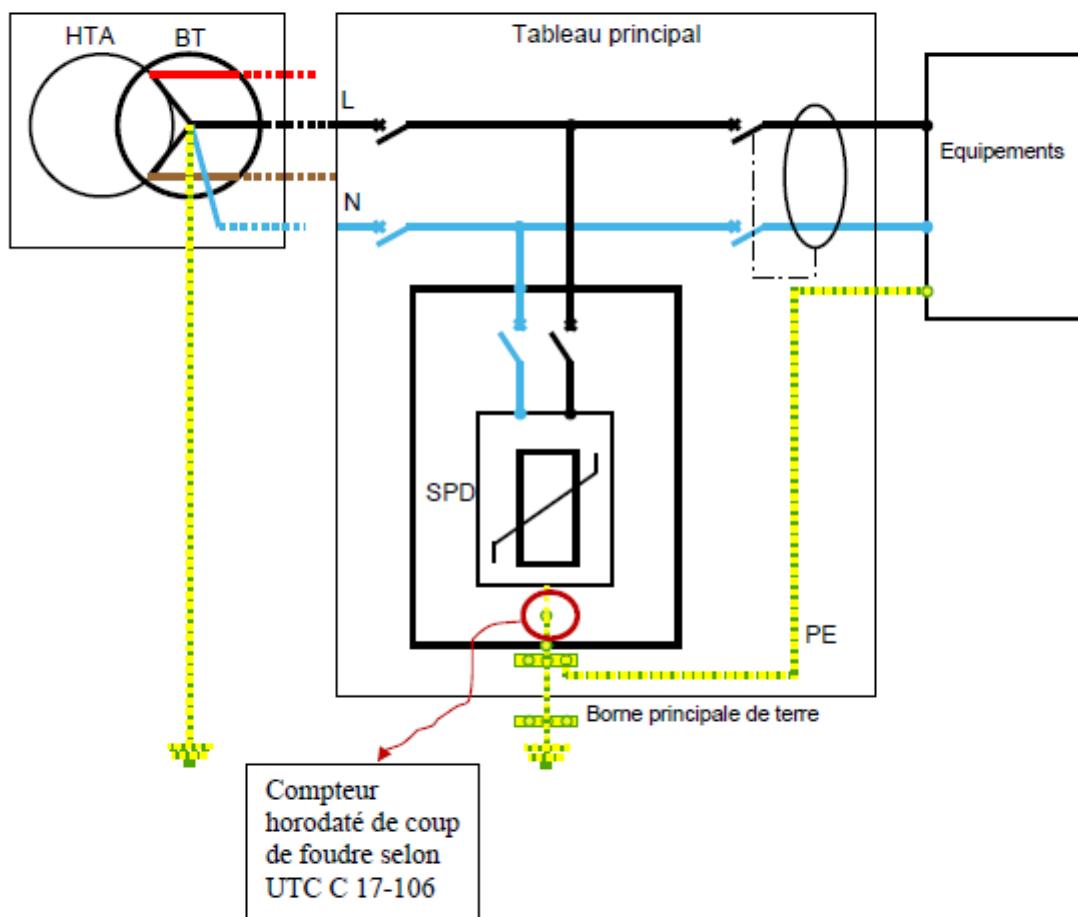
1. Le suivi manuel du site par du personnel présent à temps plein sur le site mais ceci impose une rigueur dans le suivi de jour comme de nuit ainsi que pendant les périodes de fermeture
2. La mise en place d'un comptage des chocs de foudre sur le site. Le problème réside alors dans la surface de comptage qui ne peut être exactement calquée sur celle du site et également sur le fait qu'il faut alors vérifier tous les moyens de protection en place dans le SPF (paratonnerres, parafoudres, équipotentialité, prises de terre ... ce qui peut représenter un gros travail)
3. La mise en place d'un compteur de coup de foudre sur les paratonnerres. Le problème réside alors dans le fait que le compteur peut ne pas fonctionner quand il est utilisé sans discernement comme par exemple connecté à une structure métallique qui peut dériver une partie du courant et donc diminuer l'efficacité du comptage où mis en place en nombre insuffisant sur une cage maillée.

Une solution permet de traiter le problème : la mise en place d'un compteur horodaté sur le coffret parafoudre installé en tête d'installation sur le réseau BT (il peut y avoir plusieurs lignes et donc plusieurs compteurs) comme indiqué sur la figure ci-dessous. Installé sur la liaison de terre, le compteur va compter tous les coups de foudre passant par les parafoudres de tête (parafoudre d'équipotentialité). Comme il est connu que les parafoudres seront systématiquement contraints en cas de choc de foudre sur le SPF et que le réseau d'énergie sera le plus contraint, il suffit d'installer un nombre restreint de compteurs dans l'installation pour répondre au besoin.

Ces compteurs sont installés dans les bâtiments et donc facilement accessible. Dès lors, en cas d'impact de foudre soupçonné sur le site, il suffit d'aller visiter ces quelques compteurs de coup de foudre pour savoir si l'installation a réellement été frappée.

On peut également réaliser une visite préventive mensuelle des ces quelques compteurs.

Il est également possible de combiner ceci avec la solution 2 ci-dessus, où 2 donne une indication de choc dans l'environnement et les compteurs horodatés des parafoudres d'entrée permet de ne traiter que l'éventuel structure concernée, sachant qu'il peut y en avoir en fait aucun choc sur le site.



Le compteur doit être conforme au Guide UTE C 17-106 et à la future norme européenne (NF EN 50164-6 quand elle sera publiée) afin d'éviter que le compteur ne fonctionne suite à des perturbations électromagnétiques (CEM) et s'assurer qu'il fonctionne bien en cas de choc de foudre.



peut vous aider à établir la stratégie de contrôle adaptée à votre site ou à vos installations de protection foudre. Contactez nous.

SEFTIM est qualifié



et certifié ISO 9001 Version 2000 par





SEFTIM est qualifié



et certifié ISO 9001 Version 2000 par



AF18-ET-V2\_BIOTOP\_PANDA

Page 59/59