

**ETUDE TECHNIQUE
FOUDRE
N°ETF1096A-150424**

**BATIMENT TECHNIQUE
TOUR DE CONTROLE**

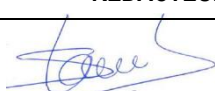
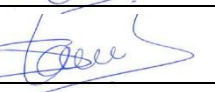
**AEROPORT LYON ST EXUPERY
DGAC LYON**

AFFAIRE N° : AF01096

CLIENT : DGAC LYON

INTERLOCUTEUR : M. COGNET



VERSION	DATE	REDACTEUR	Visa
A	15/04/2024	Serge LASSABLIERE	
Initiale	22/12/2023	Serge LASSABLIERE	

Sommaire

1	Généralités	4
1.1	Présentation du projet	4
1.2	Définition	4
2	Cadre de l'étude	5
2.1	Limites de l'étude technique	5
2.2	Environnement réglementaire et normatif	6
2.3	Méthodologie	7
3	Données générales du projet	8
3.1	Donneur d'ordre	8
3.2	Site ou zone concernée	8
3.3	Réalisation de l'étude	8
3.4	Documents et données du site	8
3.5	Description des installations	9
4	Informations générales sur le site et état des lieux	10
4.1	Description du site et repérage des bâtiments.	10
4.2	Systèmes de protection foudre existants	13
4.3	Réseau de terre et d'équipotentialité existant	28
4.4	Lignes entrantes bâtiment technique	30
4.5	Lignes entrantes Tour de contrôle	43
4.6	Canalisations entrantes	46
5	Détermination des principes de protection à intégrer	48
5.1	Protection contre les impacts directs	48
5.2	Réseau de terre (foudre)	48
5.3	Réseau d'équipotentialité intérieur	48
5.4	Protection des réseaux par parafoudres	48
6	Protections à mettre en œuvre partie 1 effets directs	49
6.1	Principe	49
6.2	Dispositif de capture	50
6.3	Conducteurs de descente	61
6.4	Distance de séparation	64
7	Protections à mettre en œuvre partie 2 Réseau de terre	67
7.1	Principes	67
7.2	Installations à mettre en place	68
7.3	Plan de principe réseau de terre extérieur	69
7.4	Renforcement du réseau d'équipotentialité	70
8	Protections à mettre en œuvre partie 3 réseau d'équipotentialité intérieur	71
8.1	Définition et principes	71
8.2	Dispositif à installer	72
9	Protections à mettre en œuvre partie 4 Protection des réseaux	73
9.1	Principes	73

9.2	Parafoudres d'équipotentialité	74
9.3	Protection des alimentations des équipements sensibles	80
9.4	Protection des signaux courant faible	83
10	Moyens de prevention	84
11	ANNEXE 1 : plan existant sYstème de protection foudre	87
12	ANNEXE 2 plan unifilaire distribution électrique	88
13	ANNEXE 3 : antennes bâtiment technique	89
14	ANNEXE 4 Niveau -1	90
15	ANNEXE 5 : spécifications des matériels	91
15.1	Protection effets directs	91
15.2	Protection effets indirects	91
16	ANNEXE 6 : maintenance du dispositif de protection	92
17	ANNEXE 7 : Mesures de prévention	93
18	ANNEXE 8 : Spécification d'installation	94
18.1	Qualification de l'installateur	94
18.2	Règles d'installation	94
19	ANNEXE 9 : Lexique	95

1 GENERALITES

1.1 Présentation du projet

Cette étude est réalisée à la demande de la DGAC de Lyon pour la mise en conformité du Système de Protection contre la Foudre de l'ensemble des structures « Bâtiment technique et tour de contrôle » de l'Aéroport Lyon Saint Exupéry.

1.2 Définition

L'Etude Technique de la protection contre la Foudre (E.T.F.) est la deuxième phase de la mise en place d'une protection contre les effets de la foudre. Elle est la phase de définition et de dimensionnement du Système de Protection Foudre (SPF) ainsi que de sa maintenance. L'étude reprend les conclusions de l'Analyse du risque Foudre (A.R.F.) si la méthode probabiliste a été privilégiée (**NFEN62305-2**) ou est imposée par la réglementation (ICPE, etc.), ou bien répond à des **demandes de protection spécifiques et déterminées**. Pour atteindre des résultats probants, cette étude s'appuie sur différentes normes applicables en France :

- La série des **NFEN62305 – 3^{ème} tome** : Norme encadrant les protections contre les effets directs par différents dispositifs de capture dit « passifs » (tiges simples, cages maillées, fils tendus) – **4^{ème} tome** Norme définissant le concept de zone de protection foudre, les équipotentialités, etc.)
- La NFC 15100, norme concernant les installations électriques dans tous locaux
- Le guide UTE 15443, Guide de choix et de pose des parafoudres basse tension.

Pour la présente étude, des guides techniques supplémentaires spécifiques à l'utilisation des bâtiments sont pris en compte

2 CADRE DE L'ETUDE

2.1 Limites de l'étude technique

L'étude concerne :

- La protection des structures du bâtiment contre les effets directs et indirects de la foudre.
- La protection des locaux sensibles qui nous ont été spécifiés :
 - o Le local vigie de la tour de contrôle
 - o Les locaux techniques (bâtiment technique).
 - o Les locaux énergie (bâtiment technique)

Elle est réalisée à partir des documents qui nous ont été fournis et des relevés effectués sur site.

Il nous semble important de rappeler qu'une installation de protection contre la foudre ne peut, comme tout ce qui concerne les éléments naturels, assurer la protection absolue des structures, des personnes ou des objets, mais que l'application des principes de protection évoqués permet de réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les structures protégées.

Nota : Les principes de protection ont été déterminés en fonction des éléments dont nous disposions lors de la réalisation de notre étude. Si en cours de réalisation, certaines difficultés de mise en œuvre étaient rencontrées, d'autres solutions techniques peuvent être envisagées sous réserve de répondre à la réglementation et d'être justifiées.

Il appartient au destinataire de cette étude de vérifier que les hypothèses prises en compte sont correctes et exhaustives.

Objet et limites :

En l'absence de documentation de l'installation, cette étude a pour objet

- De réaliser un état des lieux de l'existant.
- Proposer des principes pour la remise en état et à niveau du Système de Protection Foudre (SPF) suivant les normes et exigences actuelles.

En accord avec le donneur d'ordre, les salles techniques et les équipements qu'elles renferment ont été exclus de cette étude. Leur prise en compte nécessiterait une étude complémentaire.

Remarques particulières :

- Les bâtiments étant existants, certaines dispositions préconisées dans les guides spécifiques ne pourront être mise en œuvre pour des raisons constructives des bâtiments ou par choix économique. Les limites sont décrites dans les chapitres correspondants.
- Suivant la demande du donneur d'ordre, les antennes installées sur le pylône situé en toiture de la tour ne seront pas protégées contre les effets directs pour des raisons de fonctionnement.

2.2 Environnement réglementaire et normatif

2.2.1 Textes réglementaires de référence

Le site n'est pas classé ICPE
Le site n'est pas classé ERP.

La tour de contrôle est classée IGH (arrêté du 30 décembre 2011 portant règlement de sécurité pour la construction des IGH)

2.2.2 Normes et guides de référence

Les textes de référence concernant la protection des installations contre les coups de foudre sont :

Textes de référence pour la Direction Générale de l'Aviation Civile :

GPF20_Fiche0_V1R0 (09-06-2020) : Guide d'aide à la protection contre la foudre Fiche N°0 : Préambule.

GPF20_Fiche1_V1R0 (09-06-2020) : Guide d'aide à la protection contre la foudre Fiche N°1 : Continuité électrique des fers à béton et des structures dans la construction des bâtiments.

GPF20_Fiche2_V1R0 (09-06-2020) : Guide d'aide à la protection contre la foudre Fiche N°2 : Réseau de terre.

GPF20_Fiche3_V1R0 (09-06-2020) : Guide d'aide à la protection contre la foudre Fiche N°3 : Protection foudre des bâtiments.

GPF20_Fiche4_V1R0 (09-06-2020) : Guide d'aide à la protection contre la foudre Fiche N°4 : Protection intérieure des locaux sensibles, réseaux de masse.

GPF20_Fiche5_V1R0 (09-06-2020) : Guide d'aide à la protection contre la foudre Fiche N°5 : Parafoudres.

GPF20_Fiche6_V1R0 (09-06-2020) : Guide d'aide à la protection contre la foudre Fiche N°6 : Protection des liaisons d'antennes.

GPF20_Fiche7_V1R0 (09-06-2020) : Guide d'aide à la protection contre la foudre Fiche N°7 : Contrôle des dispositifs de protection contre la foudre.

Textes de référence généraux :

Norme NF EN 62305-1 : Protection des structures contre la foudre - partie 1 : principes généraux.

Norme NF EN 62305-3 : Protection contre la foudre - partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains.

Norme NF EN 62305-4 : Protection des structures contre la foudre - partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures

Norme NF EN 61643-11 : Dispositifs de protection contre les surtensions connectés aux réseaux de distribution basse tension : Partie 1 : Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais.

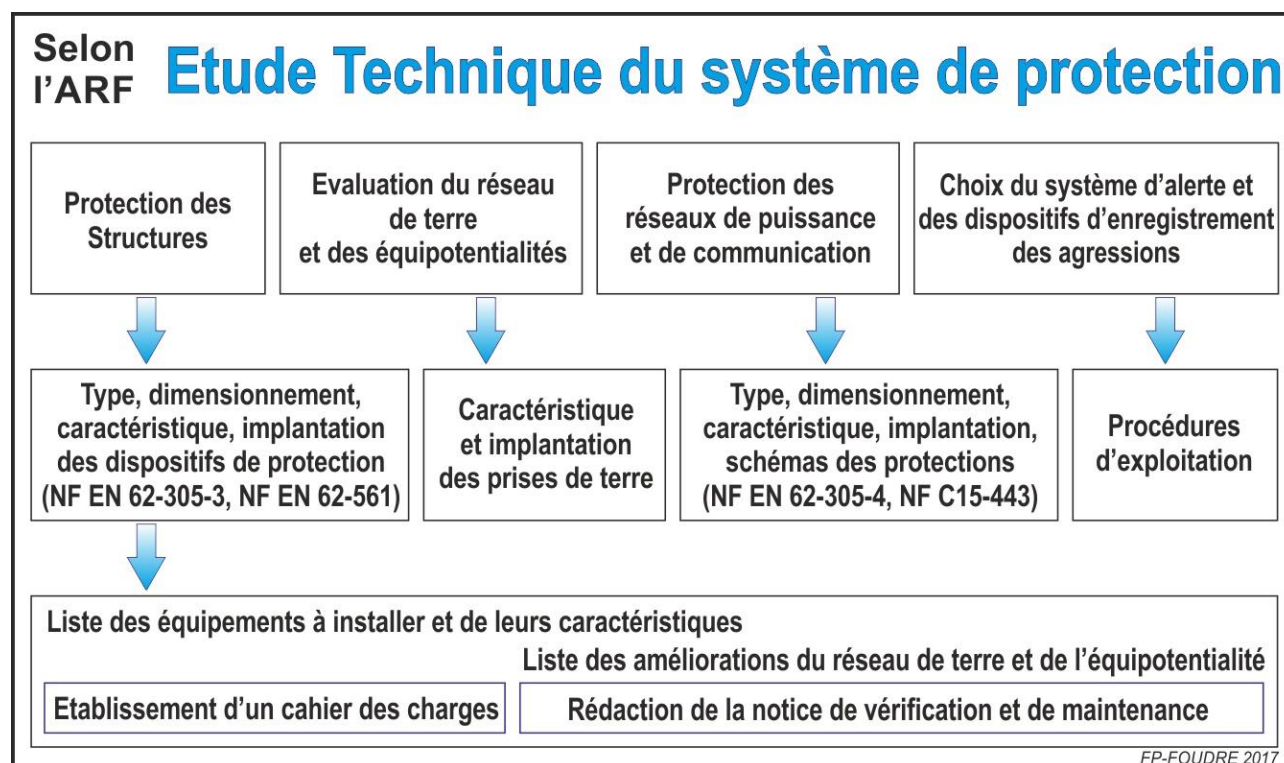
Norme CEI 61643-12 : Parafoudres basse tension – Partie 12 : Parafoudres connectés aux réseaux de distribution basse tension – Principe de choix et d'application.

Norme CEI 61643-21 : Parafoudres basse tension – Partie 21 : Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais.

Norme CEI 61643-22 : Parafoudres basse tension – Partie 22 : Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications – Principe de choix et d'application.

Normes NF EN 62561-1 à 7 : Composants de protection contre la foudre.

Principes du Guide UTE C 15-443 : Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres - Choix et installations des parafoudres.



3 DONNEES GENERALES DU PROJET

3.1 Donneur d'ordre

Nom : Direction Générale de l'Aviation Civile pôle de Lyon

Adresse : 210 rue d'Allemagne BP606

Ville : 69125 LYON Saint Exupéry Aéroport

Responsable : M. COGNET

3.2 Site ou zone concernée

Nom : Bâtiment technique et tour de contrôle de l'Aéroport de Lyon St Exupéry.

Adresse : Aéroport de Lyon St Exupéry

Ville : 69 Lyon St Exupéry

3.3 Réalisation de l'étude

L'étude fait suite à la commande **DGAC N°271552 du 12 12 2022**

Société : **France Protection Foudre**

Rédacteur : Serge LASSABLIERE – Certificat compétence Qualifoudre n°13703 Niv 3

Courriel : serge.lassabliere@fp-foudre.fr

Qualification :



3.4 Documents et données du site

- Guides d'aide à la protection contre la foudre DGAC Fiches N° 1 à N°7
- Plans intérieurs et extérieurs du bâtiment dans sa configuration existante (sans référence)
- Rapport de vérification ponctuelle du Syst de Protection Foudre de la Tour de Contrôle (FP-Foudre 23 02 2022)
- Plan unifilaire élec INEO ES AES2 14 015 /211 ind 7 date : 26 02 2020
- Document « positions et usage des antennes sur le toit BT » transmis le 14 12 2023
- Document identification des tête France Telecom transmis le 21 12 2023

3.5 Description des installations

3.5.1 Implantation géographique

Le site est implanté sur le site de l'aéroport de Lyon Saint Exupéry (69).



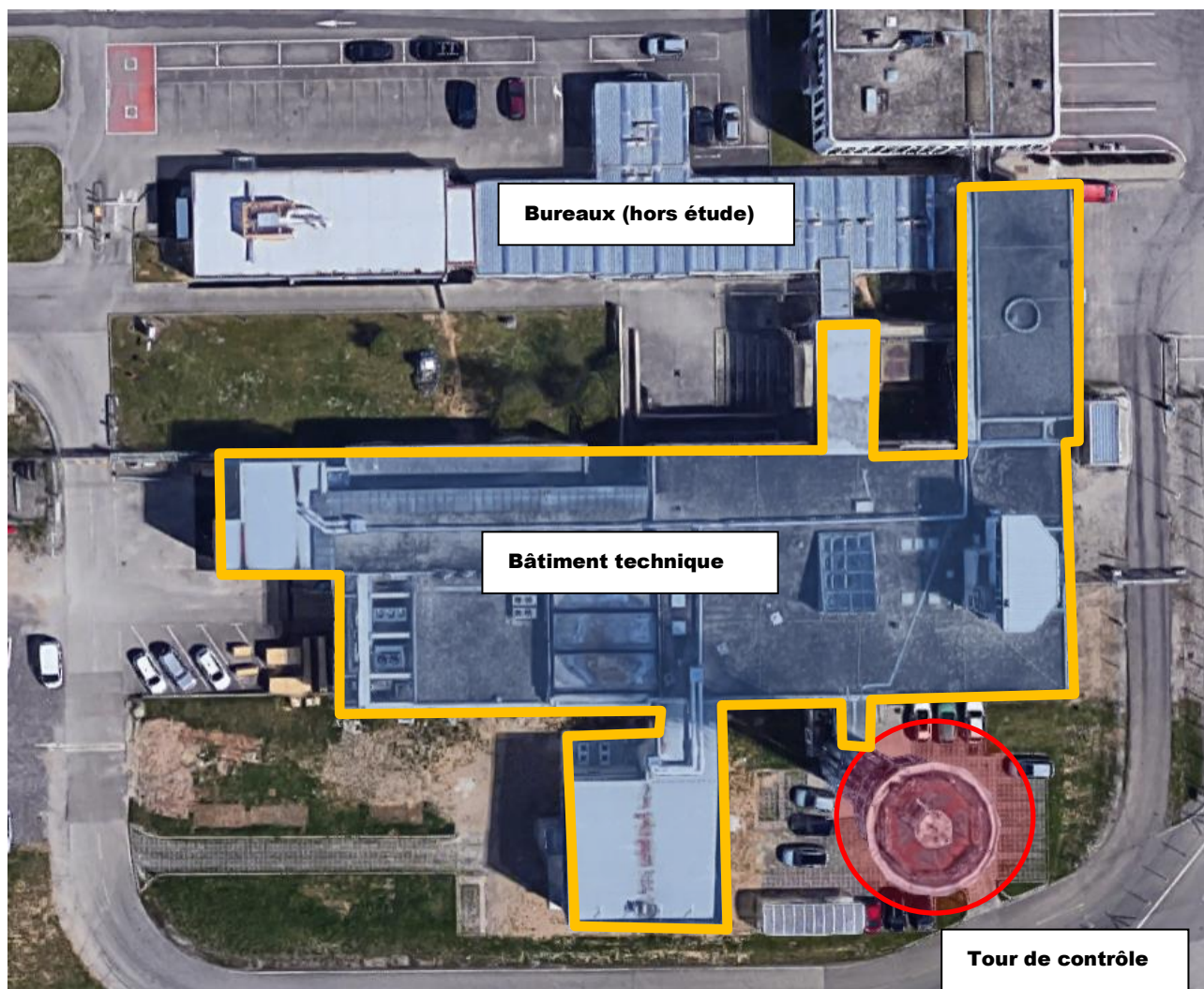
3.5.2 Activité du site

Le site est un établissement d'exploitation pour le contrôle aérien de l'aéroport de Lyon Saint Exupéry.

4 INFORMATIONS GENERALES SUR LE SITE ET ETAT DES LIEUX

4.1 Description du site et repérage des bâtiments.

4.1.1 Structures étudiées



4.1.2 Structure Bâtiment technique

Le bâtiment technique est une structure en béton, comprenant 3 niveaux (-1, Rdc et +1).

Deux extensions ont été rajoutées à l'Ouest et au Sud à la structure d'origine.

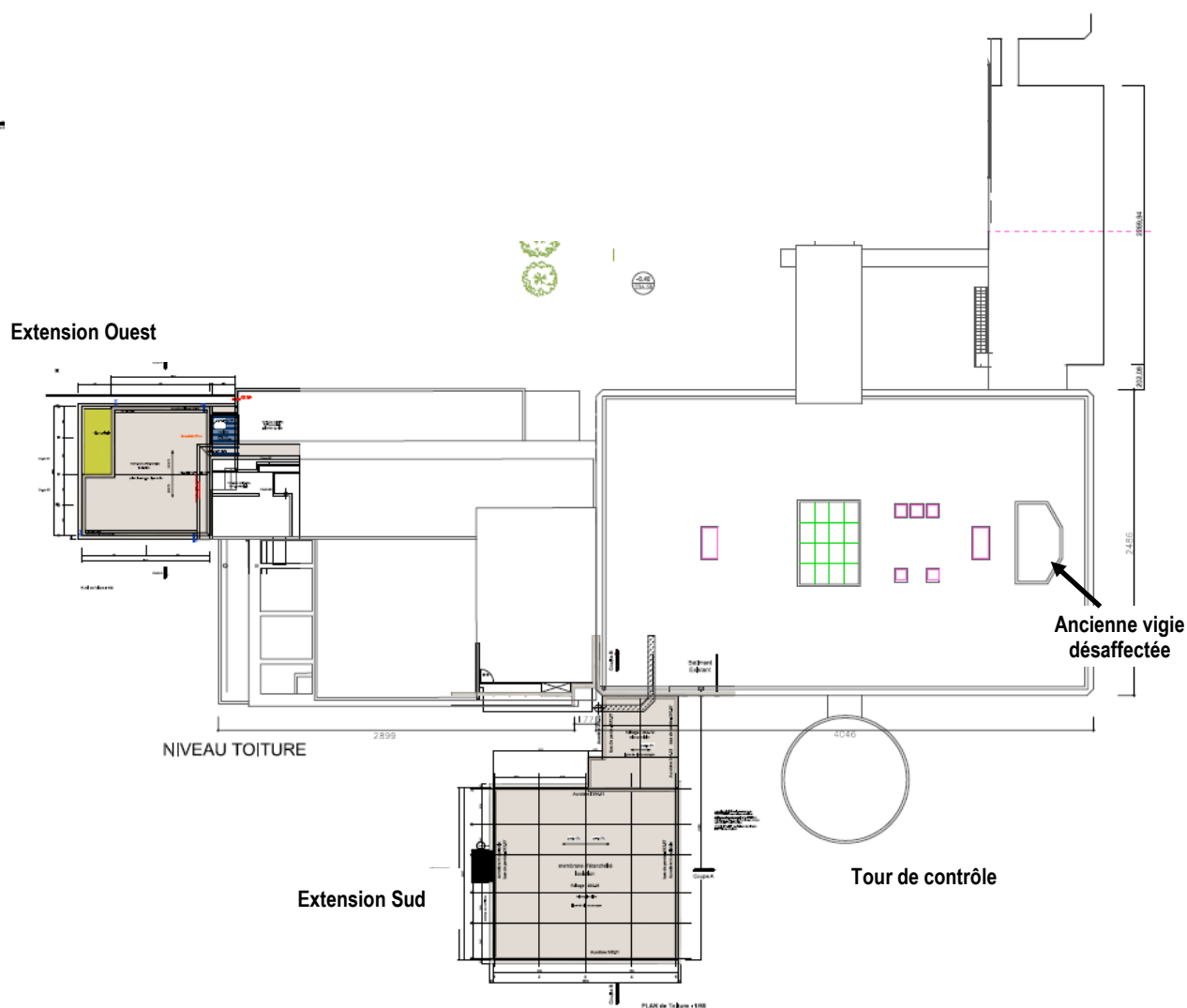
Sont répartis dans l'ensemble des locaux :

- Des salles techniques tertiaire pour le fonctionnement du bâtiment
 - o Distribution énergie électrique.
 - o Chauffage et climatisation
- Des salles techniques pour l'exploitation.
- Des locaux de bureaux, stockage et ateliers.

En toiture sont installés des équipements de communication (antennes).

Une structure métallique ayant servi de vigie provisoire est présente également en toiture. Cet équipement est aujourd'hui inoccupé.

Le bâtiment est connecté à la tour de contrôle par un couloir-sas pour le personnel sous lequel circule une gaine technique.



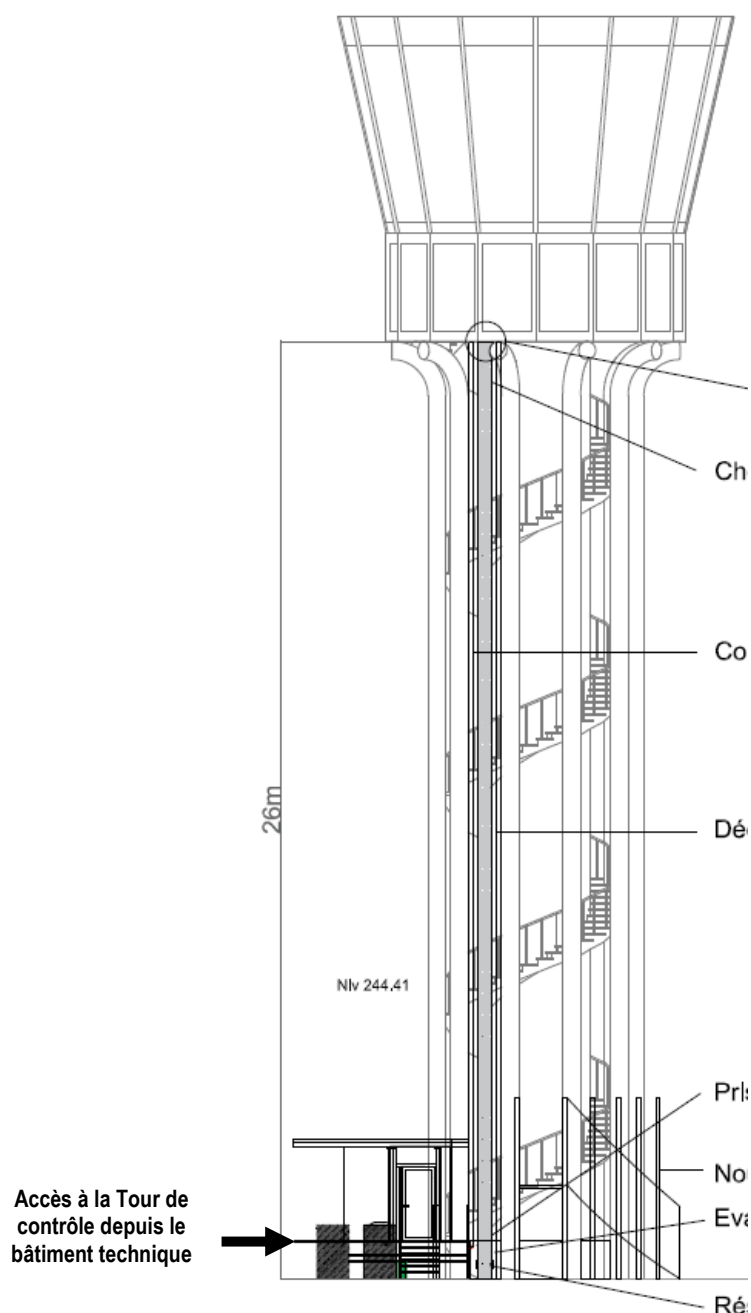
4.1.3 Structure Tour de contrôle

La tour de contrôle est une structure en béton de hauteur 35 m – hors équipements de toiture (26m pour le pied et 16m pour la zone technique au sommet). Cette structure est classée IGH.

Seule la partie haute est occupée par des locaux techniques pour l'exploitation de la gestion du trafic aérien.

L'accès se fait depuis le bâtiment technique par un couloir et un ascenseur. Un escalier extérieur est aussi présent.

Sur la toiture sont installées des antennes de communication ainsi que des éclairages de signalisation.



4.2 Systèmes de protection foudre existants

4.2.1 Bâtiment technique

4.2.1.1 Système de protection contre les effets directs de la foudre

Une installation de **protection contre les effets directs** de la foudre est présente sur la structure.

Il ne nous a pas été transmis pour cette installation de dossier complet concernant la conception de cette installation. Le plan de l'existant ci après a été établi suivant :

- Un plan fourni représentant l'installation sans les deux extensions de la sté RA Paratonnerre et daté au 10 10 2007.
- Les relevés réalisés lors de la visite technique réalisée les 4 et 5 octobre 2023.

Ci-après le plan établi suite aux relevés réalisés les 4 et 5 octobre 2023 :

Installation de type cage maillée composée de :

- Conducteurs de toiture type méplat en cuivre étamé 30x2mm.
- Pointes caprices en périphérie.
- 24 Conducteurs de descente type méplat en cuivre étamé 30x2mm.
- Un réseau de terre (caractéristiques non connues)

Remarques :

Sur le plan de 2007 n'apparaissent pas les deux extensions rajoutées depuis.

L'extension Ouest n'a pas été équipée de dispositifs de protection contre les effets directs de la foudre.

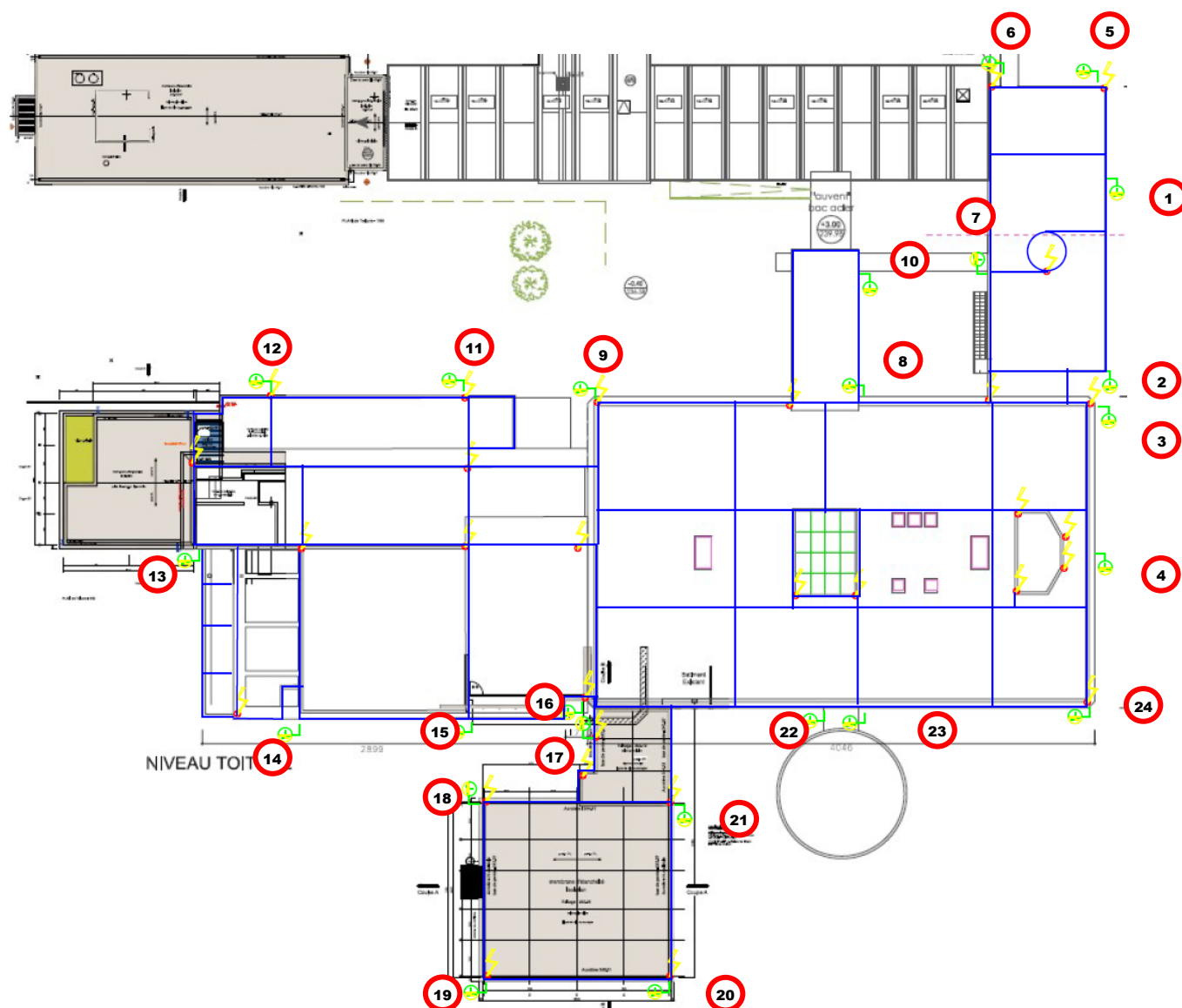
L'Extension Sud a été équipée d'un dispositif de protection contre les effets directs de la foudre dans le même esprit que celle de la partie plus ancienne et y est raccordée pour les parties visibles. Aucun document de conception de cette partie ne nous a été transmis.





Concernant le réseau de terre en boucle, sur les bases du plan RAP de 2007, il n'a pas été mis en évidence les modifications réalisées sur celui-ci (extensions, ajouts) lors de la construction de ces deux extensions.

Pour l'extension Ouest, il a été relevé la présence de conducteurs non raccordés.



Plan des relevés réalisés les 4 et 5 octobre :



-  Pointe caprice
-  Conducteur de descente et connexion au réseau de terre
-  Conducteur de toiture
-  N° de descente

Conducteurs de maillage et pointes caprices



Descentes (et mesures de terre)



Réseau de terre foudre

Sur le document transmis pour réaliser cette étude (Plan RA Paratonnerre daté au 10 10 2007) est indiqué un réseau de terre en boucle autour de la structure.

Sur ce plan ne sont pas représentées les deux extensions réalisées par la suite (Sud et Ouest).

Il ne nous a pas été transmis les informations permettant de statuer sur :

- La nature et la constitution du réseau existant sur la structure avant la construction des extensions.
- Les modifications et compléments réalisés sur ce réseau lors de la construction des deux extensions.
- L'interconnexion de ce réseau avec le réseau d'équipotentialité du bâtiment.

Lors de la visite technique réalisée les 4 et 5 octobre 2023, nous avons procédé aux relevés suivants afin de faire un état des lieux de l'installation :

Mesures des terres au pied de chacune des 24 descentes

Date des mesures : 5 10 2023

Temps : sec et chaud

Appareil utilisé : tellurohmètre SEFRAM MW9660 N°12110677 (vérifié le 14 04 2023 – validité 04 2025)

N°	Valeur interconnectée (ohms)	Valeur déconnectée (ohms)	obs
1	7,8		
2	8,99		
3	8,10		
4	12,56		
5	10,20		Mesurée le 20 12 2023 temps froid humide
6	10,23		Mesurée le 20 12 2023 temps froid humide
7	1,54		
8	1,50		
9	4,07		
10	6,67		Mesurée le 20 12 2023 temps froid humide
11	4,10		
12	5,42		
13	9,55	131,8	
14	6,20		Mesurée le 20 12 2023 temps froid humide
15	9,83		
16	1,93		
17	1,97		
18	2,97		
18a	1,79	46	Prise de terre additionnelle (forme inconnue) racc à la descente N°18
19	3,66		
20	5,45		
21	5,60		
22	6,30		
23	4,81		
24	5,05		

3/ constatations complémentaires

Le dispositif comporte 24 conducteurs de descentes.

Les descentes sont équipées d'un joint de contrôle et d'une gaine de protection en partie basse.

Il n'y a pas de regard de déconnexion en bas de descente (pas de visibilité de la connexion avec le réseau de terre).

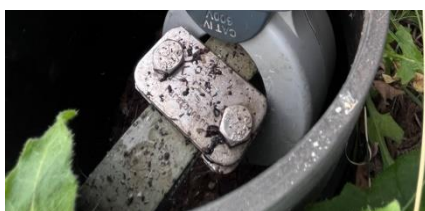
En plusieurs endroits nous retrouvons des traces de passage en sciage d'un conducteur méplat



A proximité de la prise de terre N°1, il a été constaté la trace de travaux qui pourrait correspondre à la présence d'électrodes verticales complémentaires (piquets). Cette disposition apparaît sur le plan qui nous a été transmis.



Au niveau de la prise de terre N°18, un regard de terre foudre est présent, qui pourrait correspondre à la présence d'une prise de terre additionnelle. Cette disposition n'apparaît pas sur le plan qui nous a été transmis.



Au niveau de la salle technique de l'ancien bâtiment, des conducteurs méplats en cuivre étamé sont visibles en partie basse. Il est présumé que ces conducteurs sont issus du maillage intérieur et seraient raccordés au réseau de terre extérieur. Ce point n'a toutefois pas pu être vérifié.



4.2.1.2 *Système de protection contre les effets indirects de la foudre*

Il ne nous a pas été transmis pour cette installation de dossier complet concernant la conception de cette partie de l'installation.

- Réseau d'équipotentialité
- Liste et localisation des protections parafoudre .

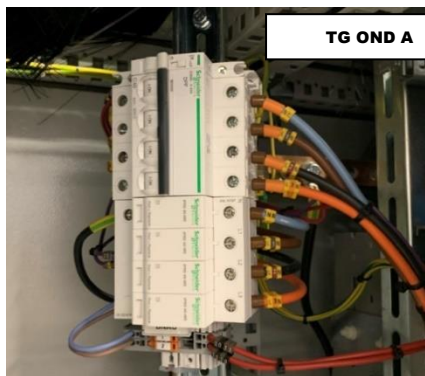
Les données suivantes sont issues des relevés réalisés lors des visites techniques

A noter que des parafoudres sont également présents dans les salles techniques sur les signaux courants faibles (partie hors étude)

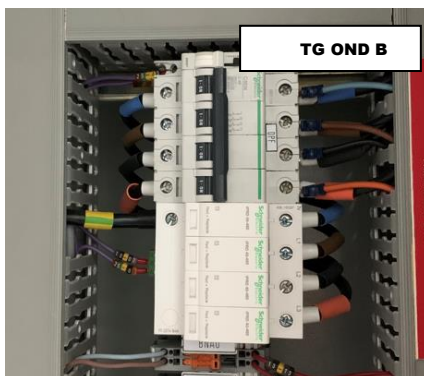
Liste des protections identifiées dans les armoires du bâtiment technique :

Localisation	Matériel installé	Commentaire
LOCAL E6 P7 Transformateur TA 711	Parafoudre type 1+2 tripolaire Phoenix Contact FLT CP 350 ST Uc350V – Up 1,5KV Iimp 25kA In25kA Déconnecteur amont fusibles	Réseau 400Vtri TN
LOCAL E6 P7 Transformateur TA 721	Parafoudre type 1+2 tripolaire Phoenix Contact FLT CP 350 ST Uc350V – Up 1,5KV Iimp 25kA In25kA Déconnecteur amont fusibles	Réseau 400Vtri TN
LOCAL E6 P7 Transformateur TE 61	Parafoudre type 1+2 tripolaire Phoenix Contact FLT CP 350 ST Uc350V – Up 1,5KV Iimp 25kA In25kA Déconnecteur amont fusibles	Réseau 400Vtri TN
LOCAL NRJA Tableau TGI	Parafoudre type 1+2 tétrapolaire Phoenix Contact FLT CP 350 ST Uc350V – Up 1,5KV Iimp 25kA In25kA Déconnecteur amont fusibles	Réseau 400Vtri TN
LOCAL NRJA Tableau TG ICA 1	Parafoudre type 1+2 tétrapolaire Phoenix Contact FLT CP 350 ST Uc350V – Up 1,5KV Iimp 25kA In25kA Déconnecteur amont fusibles	Réseau 400V tri TNS
LOCAL NRJA TG ANA1 Alim depuis TGBT ICA 1	Parafoudre type 2 tétrapolaire Schneider Electric IPRD 40 340 A9L16564 Uc340V – Up 1,4KV In15kA Déconnecteur amont disjoncteur C60N 32A courbe C	Réseau 400V tri TNS
LOCAL NRJA TG ANA1 Alim depuis TGBT ANA 1	Parafoudre type 2 tétrapolaire Schneider Electric IPRD 40 340 A9L16564 Uc340V – Up 1,4KV In15kA Déconnecteur amont disjoncteur C60N 32A courbe C	Réseau 400V tri TNS
LOCAL NRJA TG OND A	Parafoudre type 2 tétrapolaire Schneider Electric IPRD 40 460 A9L16597 Uc460V – Up 1,9KV In15kA Déconnecteur amont disjoncteur C60N 40A courbe C	Réseau tri 400V+N IT
LOCAL NRJB TG ANA2 Alim depuis TGBT ICA 2	Parafoudre type 2 tétrapolaire Schneider Electric IPRD 40 340 A9L16564 Uc340V – Up 1,4KV In15kA Déconnecteur amont disjoncteur C60N 32A courbe C	Réseau 400V tri TNS
LOCAL NRJB TG ANA2 Alim depuis TGBT ANA 1	Parafoudre type 2 tétrapolaire Schneider Electric IPRD 40 340 A9L16564 Uc340V – Up 1,4KV In15kA Déconnecteur amont disjoncteur C60N 32A courbe C	Réseau 400V tri TNS
LOCAL NRJB TG OND B	Parafoudre type 2 tétrapolaire Schneider Electric IPRD 40 460 A9L16597 Uc460V – Up 1,9KV In15kA Déconnecteur amont disjoncteur C60N 40A courbe C	Réseau tri 400V+N IT

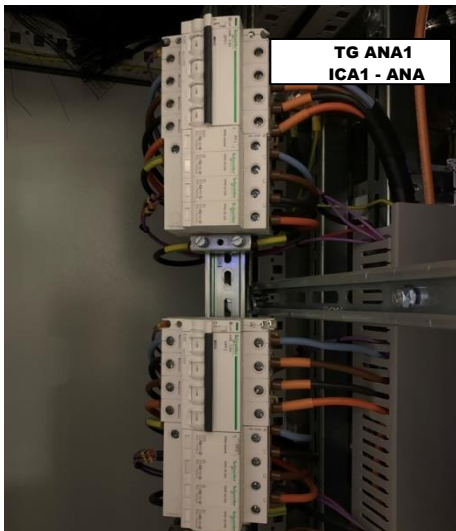
**Parafoudres dans local technique contigu
(pour information)**



TG OND A



TG OND B



**TG ANA1
ICA1 - ANA**



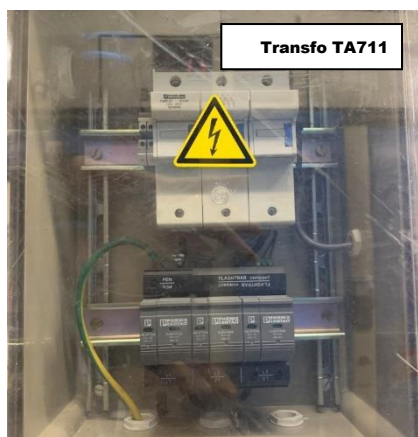
**TG ANA2
ICA1 - ANA**



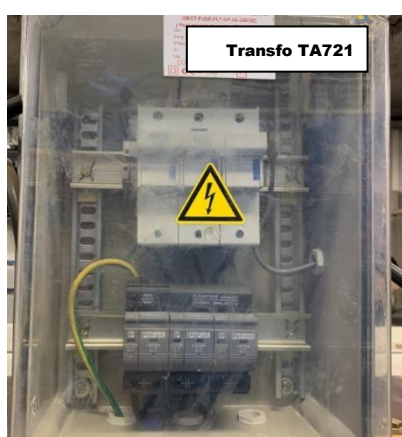
TGI



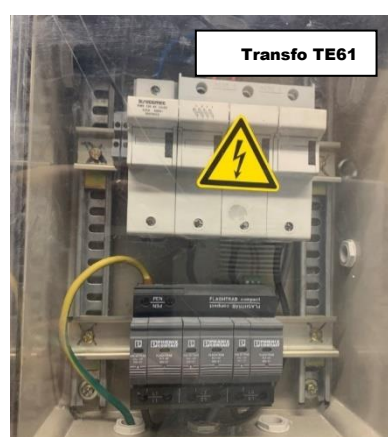
TG ICA1



Transfo TA711



Transfo TA721



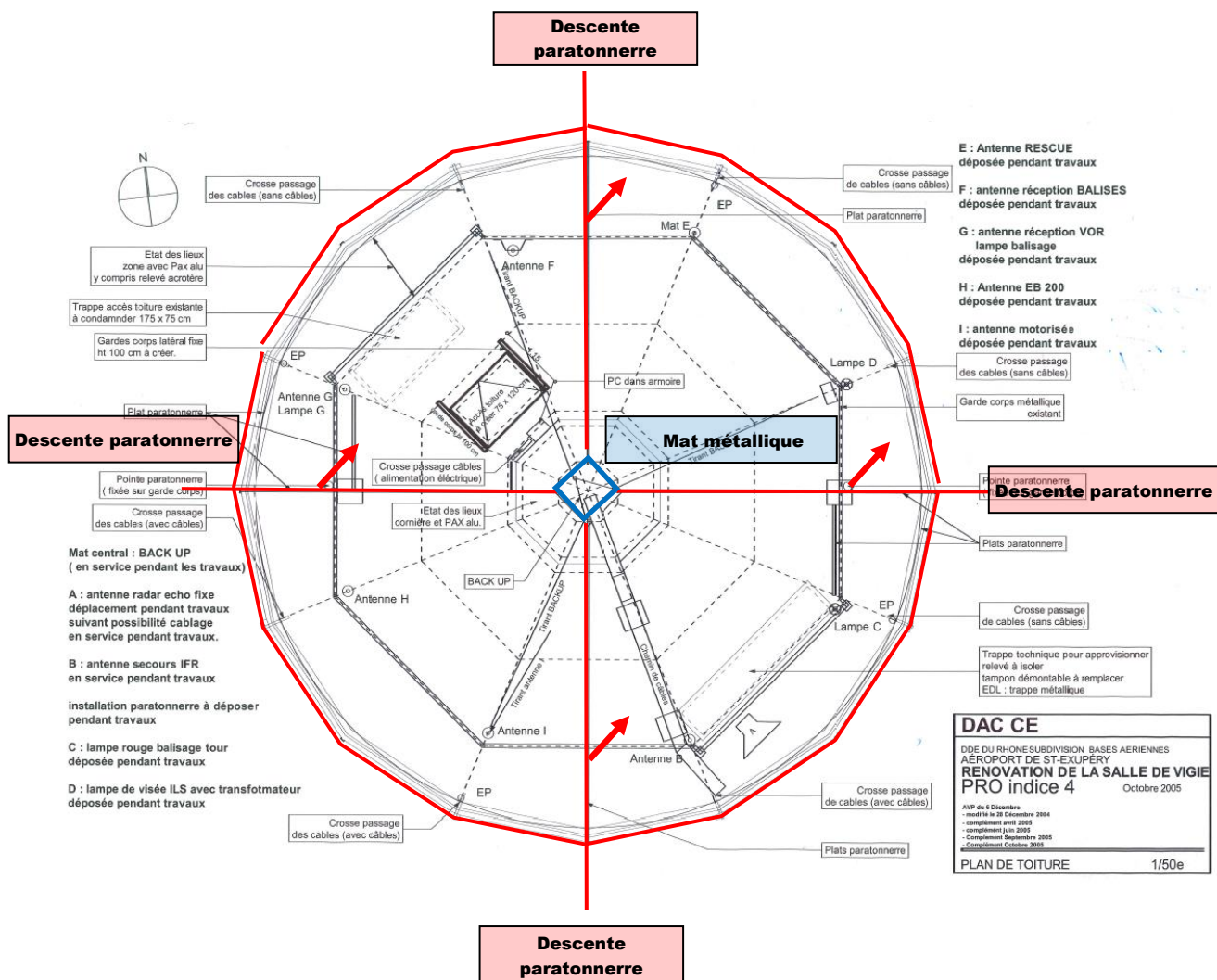
Transfo TE61

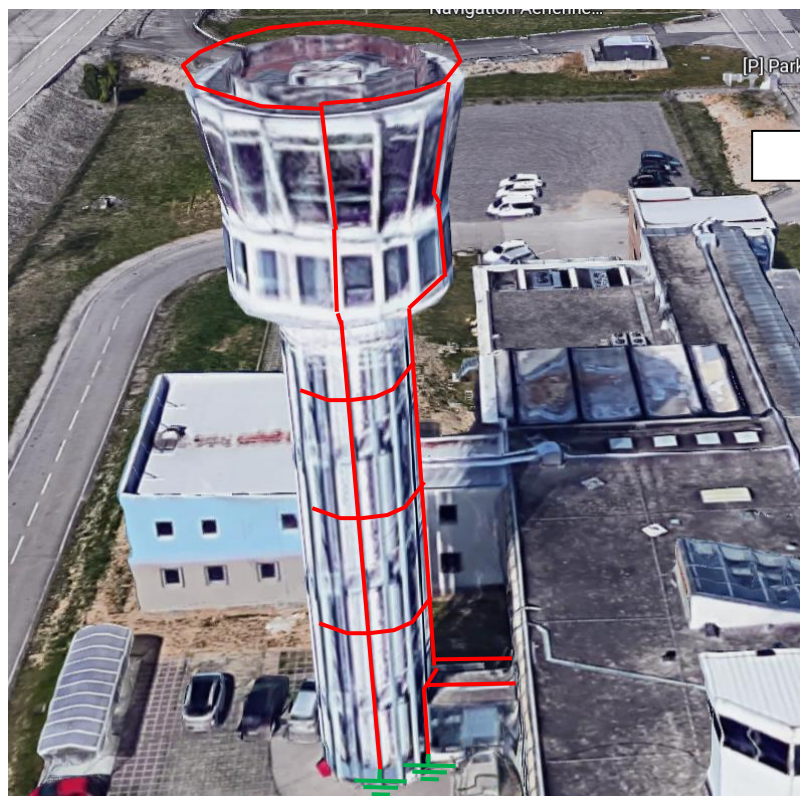
4.2.2 Bâtiment tour de contrôle

4.2.2.1 *Système de protection contre les effets directs de la foudre*

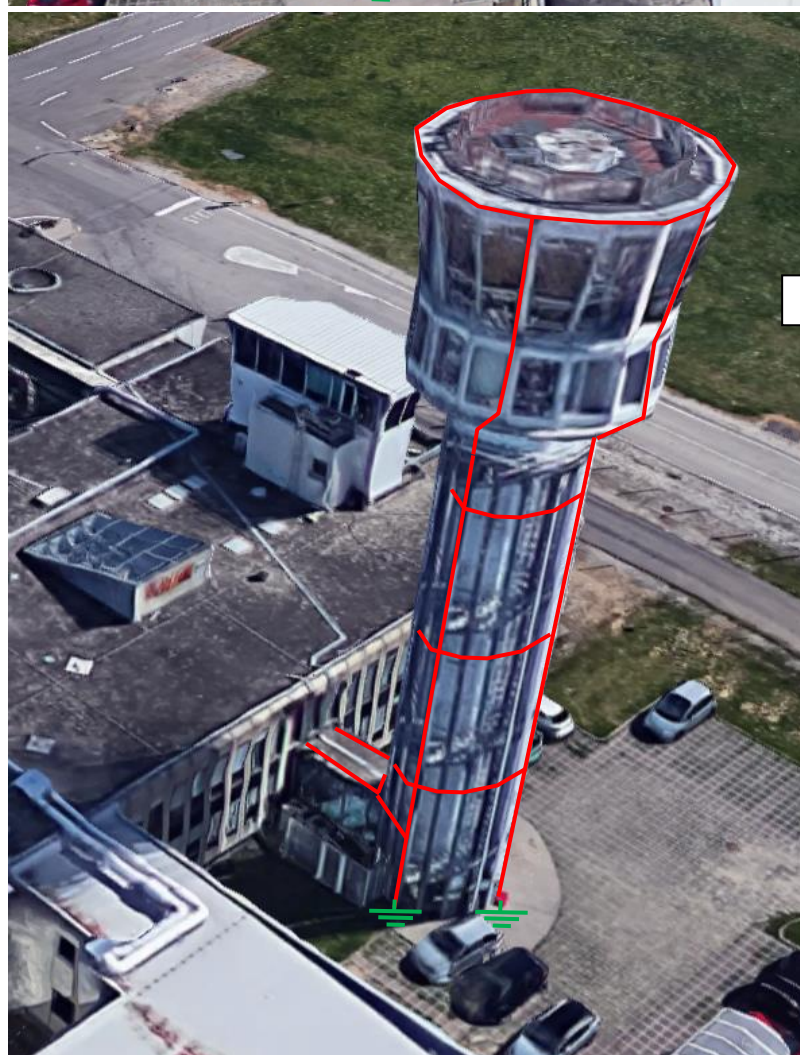
Une installation de **protection contre les effets directs** de la foudre est présente sur la structure.

Il ne nous a pas été transmis pour cette installation de dossier complet concernant la conception de cette installation. Le plan ci après a été établi suivant le plan des installations existantes fourni et les relevés sur site réalisés lors de la vérification ponctuelle du système de protection foudre en 2022 (cf rapport en référence) :

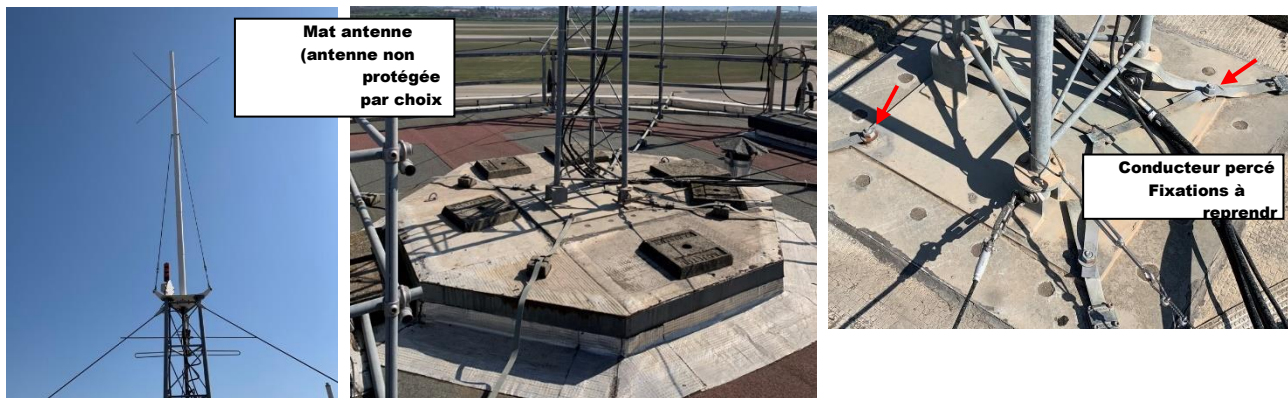




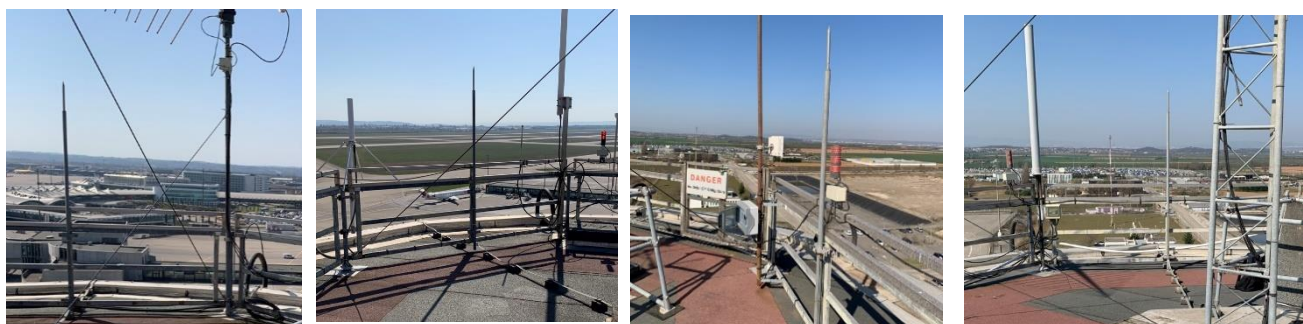
FACADES
Nord et Est



FACADES
Sud et Ouest



4 Pointes de captures



Descentes



Bas de descente :

(une modification a été apportée en 2022 : ajout d'un escalier de secours avec mise en place d'un conducteur protégé contre la tension de contact.



Réseau de terre foudre

Sur le document transmis pour réaliser cette étude (Plan RA Paratonnerre daté au 10 10 2007) le réseau de terre foudre n'est pas représenté.

Suivant les informations que vous nous avez transmises, un réseau est existant, réalisé lors de la construction de la tour, sans toutefois pouvoir confirmer sa nature, aucun plan n'étant disponible pour en attester.

Sur ce plan ne sont pas représentées les deux extensions réalisées par la suite (Sud et Ouest).

Il ne nous a ainsi pas permis de statuer sur :

- La nature et la constitution du réseau existant.
- L'interconnexion de ce réseau avec le réseau d'équipotentialité du bâtiment.

A noter que la valeur du réseau de terre avait été mesurée lors de la vérification ponctuelle de l'installation en 2022 (CF rapport de vérification en référence). Cette valeur était très inférieure à la valeur de 10 ohms.

4.2.2.2 *Système de protection contre les effets indirects de la foudre*

Il ne nous a pas été transmis pour cette installation de dossier complet concernant la conception de cette partie de l'installation.

- Réseau d'équipotentialité
- Liste et localisation des protections parafoudre .

Il a toutefois été relevé la présence de parafoudre en toiture

Alimentation BT signalisation : parafoudre type 2 CITEL DS40-600 (Uc 640V In 15kA Up 3,2kV)



Signaux Ethernet (non identifiés) : parafoudre DEHN DPA M CLE 929 121



4.3 Réseau de terre et d'équipotentialité existant

4.3.1 Réseau de terre et d'équipotentialité du bâtiment technique :

Il ne nous a pas été transmis de plan du réseau existant. Les données suivantes font état des constatations visuelles réalisées lors des visites techniques.

Dans le local transfo (TS11 E6/P7) une barre collectrice est présente



Deux conducteurs en cuivre nu sont raccordés :

- 1 indiqué FOUILLE (réseau à fond de fouille bâtiment)
- 1 indiqué ECL

Il n'a pas été mis en évidence l'interconnexion du réseau foudre avec le réseau intérieur.

Le réseau intérieur, réalisé par un conducteur méplat en cuivre étamé 30x2mm y est connecté.

Ce réseau est présent :

Dans les salles techniques pour réaliser les ceinturages et maillages intérieurs.

Comme accompagnant sur les chemins de câble électriques (CFo et Cfa) du site

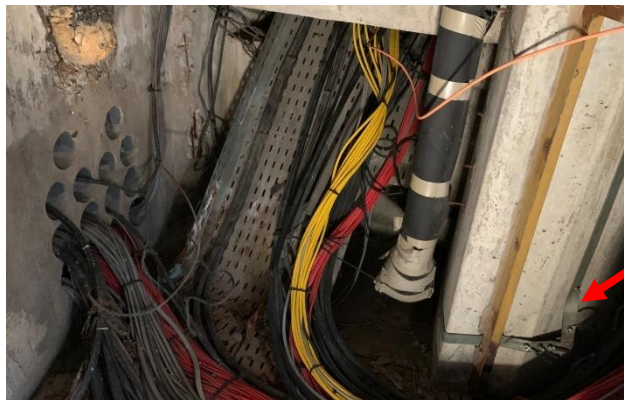


4.3.2 Réseau de terre et d'équipotentialité du bâtiment Tour de contrôle:

Il ne nous a pas été transmis de plan du réseau existant. Les données suivantes font état des constatations visuelles réalisées lors des visites techniques.

Dans le local accessible d'arrivée des réseaux au pied de la tour, le réseau de terre intérieur est présent (conducteur en cuivre étamé méplat).

Ce conducteur est connecté au réseau du bâtiment technique via la gaine technique en sous sol reliant les deux structures.



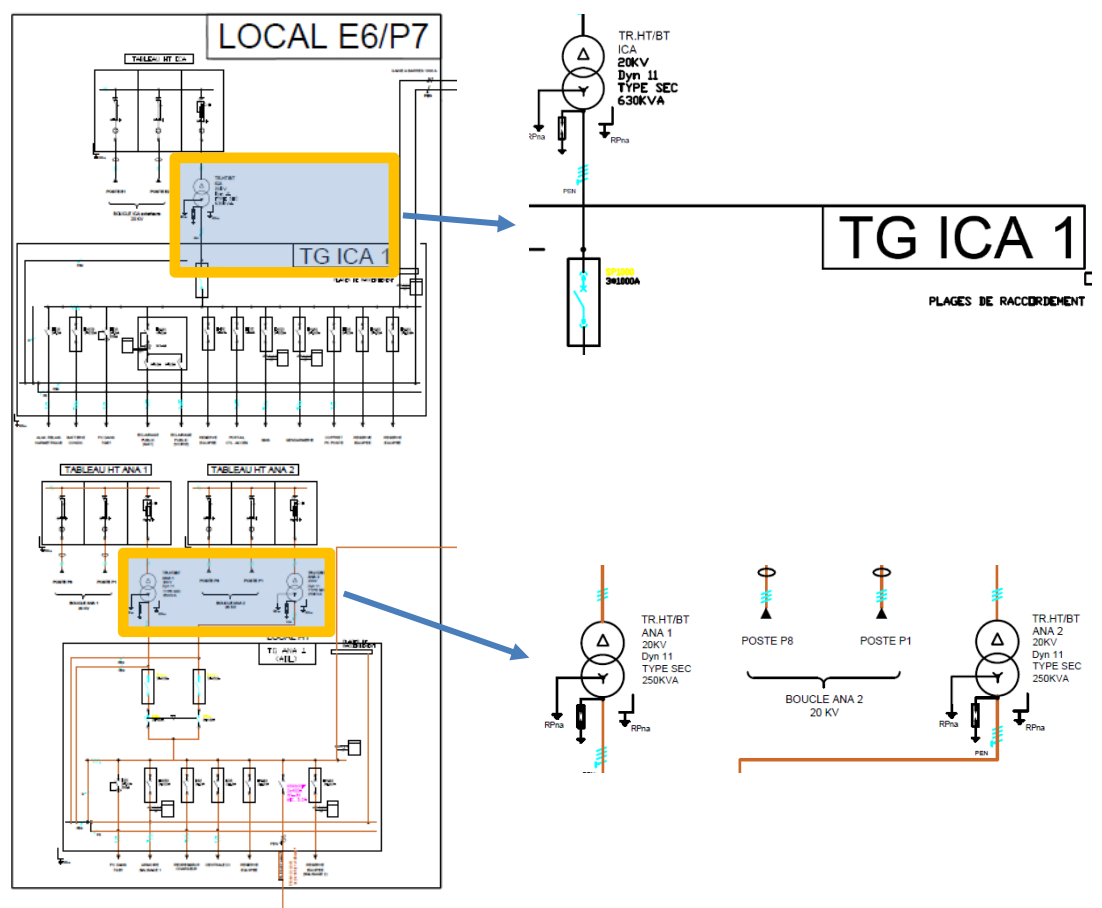
Il n'a pas été mis en évidence au niveau de la tour de la connexion du réseau de terre foudre avec le réseau de terre bâtiment

4.4 Lignes entrantes bâtiment technique

4.4.1 Bâtiment technique Local TS11 énergie E6/P7 arrivées HT BT

Alimentation principale en énergie : 3 lignes HT/BT sont connectées depuis l'extérieur.

Elles pénètrent dans le bâtiment dans le local E6/P7 et sont connectées chacune à un transformateur



Les réseaux BT sont ensuite distribués :

- Dans le local NRJA
- Dans le local NRJB

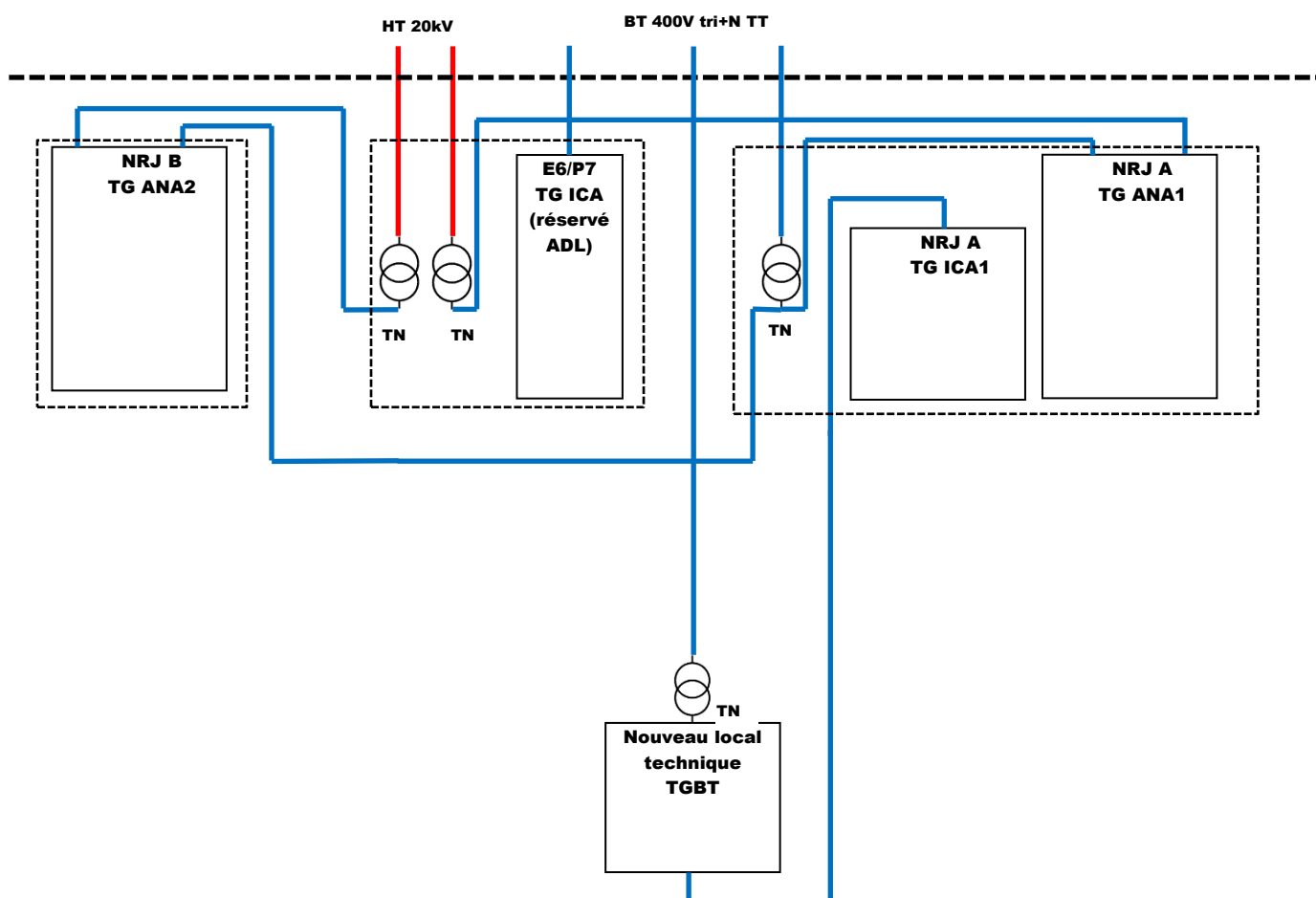
Plusieurs lignes courant fort BT issues du TG ICA du local E6/P7 (partie gérée par ADL (Aéroport De Lyon)) ressortent du bâtiment :

- Eclairages
- Pompiers
- Gendarmerie
- ...

Une modification de la distribution est en cours de réalisation.

Elle consiste à supprimer l'alimentation HT/BT (transformateur) alimentant le TG ICA 1 en la remplaçant par deux nouvelles alimentations BT venant de ENEDIS, ceci afin de séparer les alimentations ADL de celles pour le bâtiment technique et la tour de ctrl :

- Une alimentation 400V tri+ N régime TT pénétrant dans le local E6 P7 – pour réalimenter le TG ICA 1
- Une alimentation 400V tri+ N régime TT pénétrant dans le local NRJA – en passant par un transformateur BT 400V/400V avec passage en régime de neutre TN pour réalimenter le TG ANA 1 et ANA2.
- Une alimentation 400V tri+ N régime TT pénétrant dans le local NRJA – en passant par un transformateur BT 400V/400V avec passage en régime de neutre TN pour réalimenter le nouveau TGBT domestique et le TG ICA 1 dans le local NRJA.



Le transformateur BT 400V/400V et le nouveau TGBT domestique sont dans le local TS04 Energie Domestique.

Cette modification nécessitera une modification des protections parafoudres existantes.



4.4.2 LOCAL TS10 NRJA

Alimentations internes et vers la tour de contrôle depuis les armoires suivantes :

- TG ICA1
- TG ANA1
- TG OND A
- TG OND INF

Le local est équipé d'un réseau de mise à la terre composé d'un maillage intérieur (ceinturage bas seulement) raccordé sur une câblette de terre venant du sol.

Les chemins de câble sont équipés de méplats en cuivre étamé.



4.4.3 LOCAL TS09 NRJB

Alimentations internes et vers la tour de contrôle depuis les armoires suivantes :

- TG ANA2
- TG OND B

Le local est équipé d'un réseau de mise à la terre composé d'un maillage intérieur (ceinturage bas seulement) raccordé sur une câblette de terre venant du sol.

Les chemins de câble sont équipés de méplats en cuivre étamé.

Remarque : Le réseau de ceinturage n'est plus fixé au passage de la porte d'entrée. A refixer.

4.4.4 Bâtiment technique local TS07 câbles DSNA/vidéo surveillance et badges

De ce local partent les fourreaux vers :

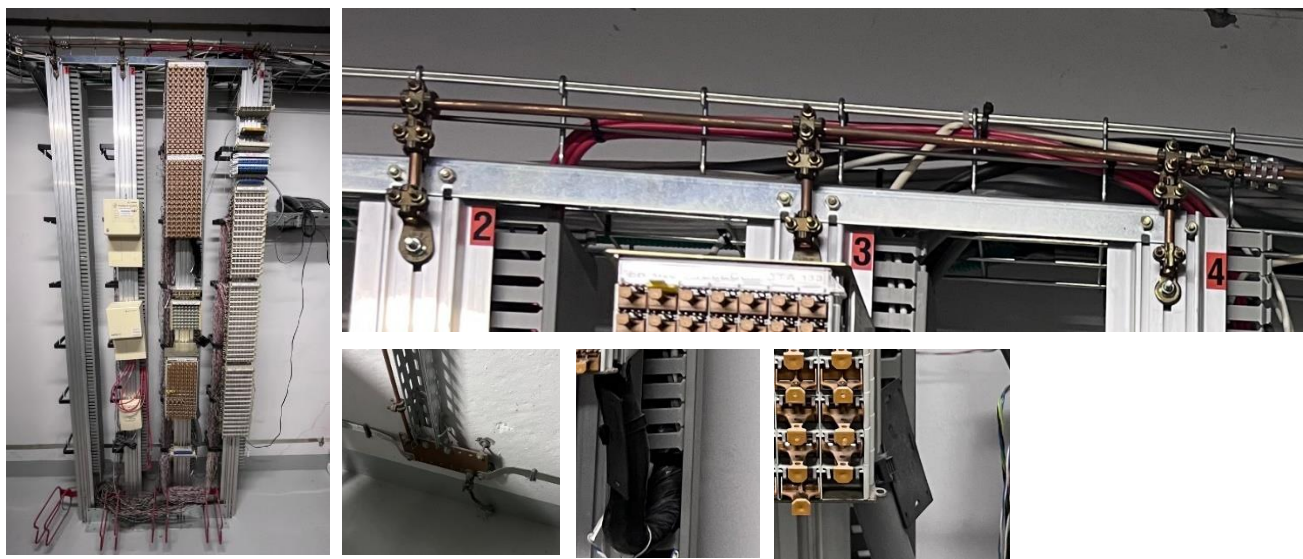
- la tour (énergie 24V, 220V, courants faibles)
- la météo et l'ancien bâtiment DSAC (courants faibles)
- les postes enterrés et les shelters (courants faibles cuivre et FO)
- SFR (arrivée fibre).

Les câbles météo arrivent sur des parafoudres dans le répartiteur de la salle technique.

(Il est prévu, courant 2024, d'installer le système de badge et de remplacer la vidéo surveillance dans ce local)

Le local est équipé d'un réseau de mise à la terre composé d'un maillage intérieur (ceinturage haut et bas) raccordé sur une plaque de terre principale pour le local.

Les rails supports des répartiteurs sont raccordés au réseau principal d'équipotentialité par un conducteur en cuivre nu



4.4.5 Bâtiment technique local TS07 et local opérateur télécom 2

De nombreux câbles courant forts et courants faibles pénètrent dans ces locaux.

Présence également de câbles type fibre optique.

La liste détaillée ne nous a pas été communiquée ainsi que leurs destinations.

Le local est équipé d'un réseau de mise à la terre composé d'un maillage intérieur (ceinturage haut seulement) Présence d'une plaque de terre principale pour le local TS07. L'interconnexion avec les méplats de ceinturage et accompagnants reste à valider

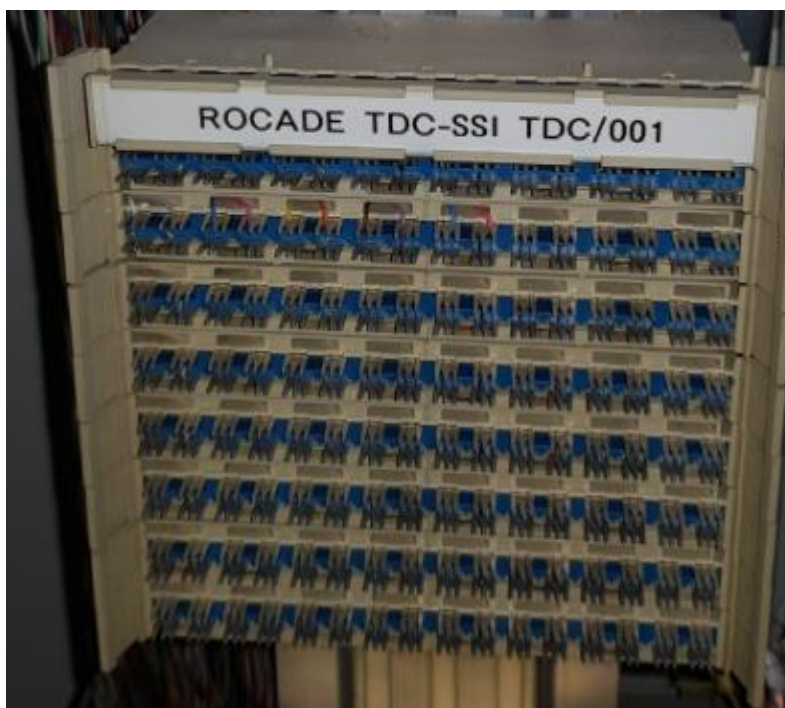




Présence d'un ancien câble qui allait vers le shelter du Poste d'Inspection Filtrage (PIF) qui n'existe plus depuis son déplacement à l'est du bâtiment, il reste à valider si celui-ci est encore utilisé :



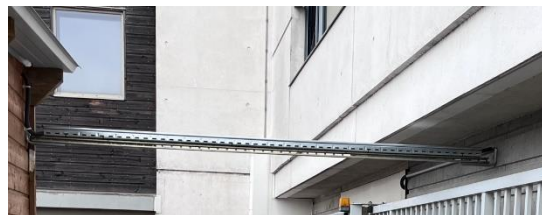
Présence d'un câble inconnu TDC-SSI :



4.4.6 Bâtiment technique départ alim garage ILS (armoire – R-1)

Une ligne BT issue du TD du sous sol sort du bâtiment pour alimenter un bâtiment garage ILS.

Cette alimentation est de type triphasée + N régime TNS



4.4.7 Bâtiment technique départ alim bureaux

La structure de bureau indépendante située en face du bâtiment technique est néanmoins alimentée en énergie par celui-ci. Les câbles courants forts et courants faibles circulent en chemin de câble dans le sous sol du bâtiment technique puis en enterré sur la partie extérieure.

Le détail des lignes ne nous a pas été transmis.

Il n'a pas été constaté pour ces cheminements la présence d'un conducteur d'équipotentialité accompagnant (chemin de câble et passage en gaines enterrées).



4.4.8 Bâtiment technique départ vers bâtiment pompiers

Plusieurs lignes courant fort et courant faible circulent entre le bâtiment technique et le bâtiment des pompiers situé au nord du bâtiment technique

Les bâtiments sont indépendants au niveau structure ; seule une passerelle métallique au niveau N+1 les relie.

Le détail des lignes ne nous a pas été transmis.

Les lignes transitent :

- Par des liaisons enterrées.
- Par un chemin de câble au niveau de la passerelle métallique
- En toiture dans une gaine métallique pour un câble coaxial.



4.4.9 Bâtiment technique lignes entrantes depuis la toiture

De nombreuses lignes pénètrent depuis la toiture dans le bâtiment technique.

Le détail des lignes existantes ne nous a pas été communiqué. La liste établie ci après a été établie suivant les relevés réalisés sur le site :

Capteur DCF et sonde de température



Alimentations groupes froids et climatisations



Antennes

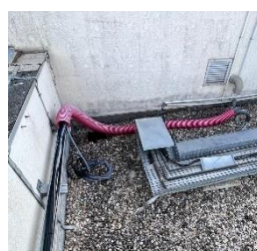


Caméras

Une quinzaine de caméras est installée en toiture/ Les câbles circulent en toiture sans chemin de câble et rentrent dans le bâtiment en partie basse de la façade sud au niveau du local TS 07 Câbles /vidéo et badges ainsi que par des crosses en toiture

Le câbles des caméras circulent souvent à proximité directe des conducteurs foudre.

Suivant informations DGAC, un chantier de sécurisation du bâtiment est programmé pour 2024 : ces caméras vont être supprimées, et de nouvelles doivent être installées.



Ancienne vigie provisoire

La structure en toiture ayant servi par le passé de vigie provisoire.

De nombreuses lignes Cfo – Cfa subsistent et pénètrent en toiture.

Suivant informations DGAC, cette structure a été transformée en 2 salles de réunion, avec énergie, clim et réseau bureautique



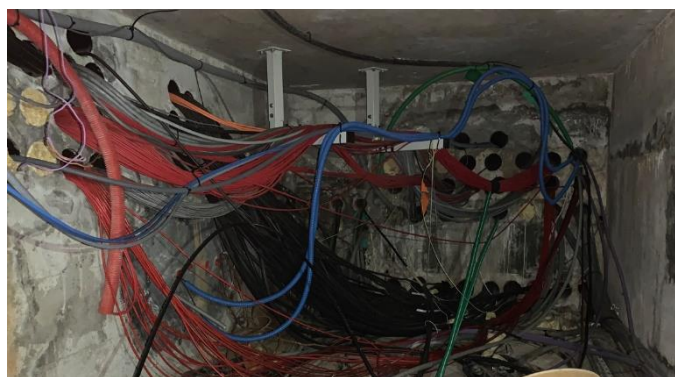
Extracteurs motorisés

Quelques extracteurs de ventilation sont présents en toiture. Leur carcasse métallique est raccordée au conducteur foudre le plus proche.



Tour de contrôle

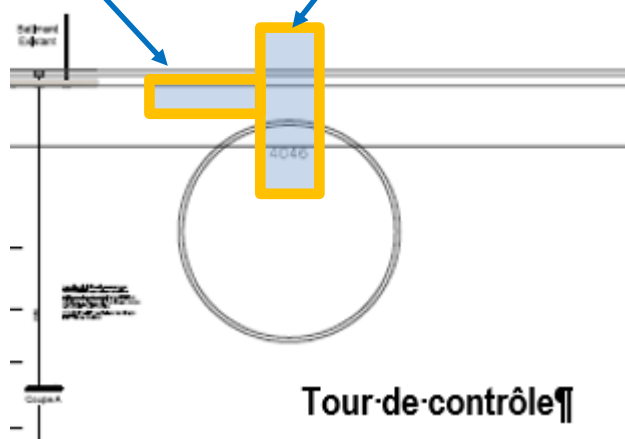
De nombreuses lignes Cfo et Cfa sont connectées depuis le bâtiment technique (local TS07) à la tour de contrôle. Celles-ci transitent pour la plupart par une gaine technique située sous le passage piéton reliant le bâtiment technique à la tour. Une autre partie circule en enterré sur une courte distance depuis une gaine technique annexe circulant en enterré le long du bâtiment technique et débouchant dans la gaine principale



Gaine annexe



Gaine principale



RECAPITULATIF

Ligne	Type	Tension/ Nb de pôles	Régime de neutre	Icc	Util	Commentaire
HT/BT 1 Transfo 630kVA	BT	400V / 3P	TN	<50kA	Alimentation ICA1	Cette ligne sera supprimée prochainement
HT/BT 2 Transfo 250kVA	BT	400V / 3P	TN	<50kA	Alimentation ANA 1	
HT/BT 3 Transfo 250kVA	BT	400V / 3P	TN	<50kA	Alimentation ANA 2	
BT ENEDIS 1	BT	400V / 4P	TT puis TN après transformateur	<25kA	Alimentation ICA 1 ADL	Nouvelle alimentation (remplace HT/BT1) Utilisation seulement ADL
BT ENEDIS 2	BT	400V / 4P	TT puis TN après transformateur	<25kA	Remplace source ICA pour alimenter réseau domestique	Nouvelle alimentation (remplace HT/BT1)
BT ENEDIS 3	BT	400V / 4P	TT puis TN après transformateur	<25kA	Ligne IRVE qui sert d'alimentation secours des tableaux ANA 1 et 2	Nouvelle alimentation (remplace HT/BT1)
ICA 1 vers extérieurs (ADL)	BT	400V / 4P	TN	<25kA	Départs spécifiques ADL	Concerne départs depuis ICA 1 (local E6/P7) Gendarmerie Ecl ext Ect...
Local TS03 télécom 1	Cfa	Téléphone, E1 ou SDSL	-	-	Arrivée lignes télécom cuivre	2 câbles identifiés. 1 câble vers ancien poste de filtrage qui n'existe plus (à confirmer)
Local TS07 local câbles/vidéo et badges	BT	24V – 230V	IT pour ondulé TN pour ANA	A conf	Lignes Cfo pour alimentation Tour	Identification à confirmer
Local TS07 local câbles/vidéo et badges	Cfa	Téléphone, ETH, jbus, FSK et SDSL	SO	SO	Lignes Cfa venant de l'extérieur (shelters via postes enterrés, et tour)	Identification à confirmer (y compris caméras)
Local TS08 télécom 2	FO	SO	SO	SO	Lignes fibre optique venant de l'extérieur (SFR)	Identification à confirmer
Coffret Sous Sol	BT	400V / 4P	TN	<25kA	Départ garage ILS	
Liaisons BT vers bureaux	BT	400V / 4P	TN	<25kA	Lignes vers bureaux	Identification à confirmer
Liaisons Cfa vers bureaux	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO	Lignes Cfa connectées aux bureaux	Identification à confirmer
Liaisons BT vers Pompiers	BT	400V / 4P	TN	<25kA	Lignes vers pompiers	Identification à confirmer
Liaisons Cfa vers pompiers	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO	Lignes Cfa connectées au bât des pompiers	Identification à confirmer
Liaisons coax vers pompiers	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO	Ligne coax circulant en toiture	Identification à confirmer
Liaisons Cfa depuis la toiture	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO	Lignes Cfa pénétrant depuis la toiture	Identification à confirmer : Capteur DCF Capteur T° Antennes Caméras
Liaisons BT depuis la toiture	BT	230V mono ou 400V tri	TN	<25kA	Lignes Cfa pénétrant depuis la toiture	Identification à confirmer : Groupes froids Extracteurs
Liaisons BT depuis vigie provisoire	BT	230V mono ou 400V tri	TN	<25kA	Lignes depuis la vigie provisoire	Identification à confirmer
Liaisons Cfa depuis vigie provisoire	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO	Lignes depuis la vigie provisoire	Identification à confirmer
Liaisons BT vers tour de ctrl	BT	230V mono ou 400V tri	TN ou IT	<25kA		Identification à confirmer
Liaisons Cfa vers la tour de ctrl	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO		Identification à confirmer

4.5 Lignes entrantes Tour de contrôle

4.5.1 Sous sol au pied de la tour

L'ensemble des lignes connectées au pied de la tour de contrôle proviennent du bâtiment technique.

C'est le bâtiment technique qui alimente en énergies la tour.

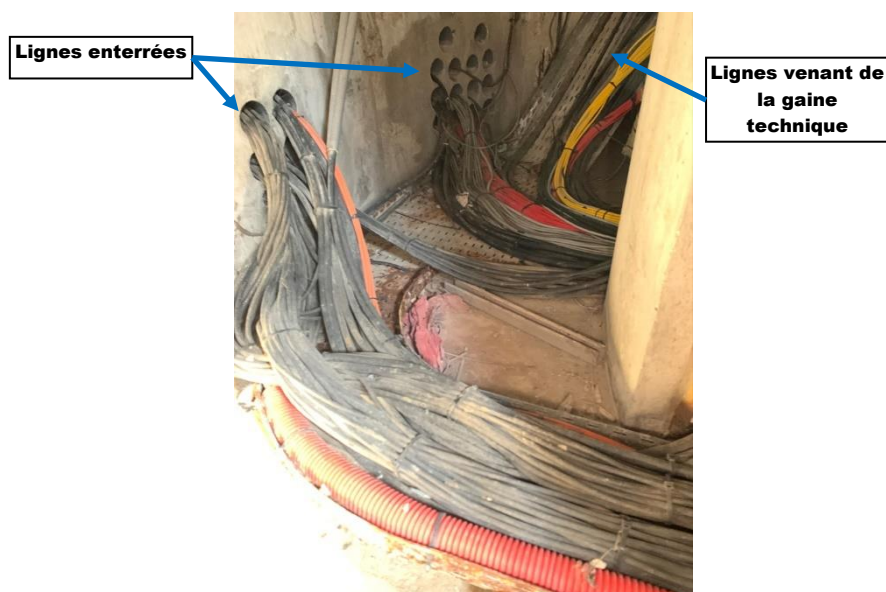
Les lignes sont donc les mêmes que celles décrites dans le chapitre précédent listant les lignes connectées au bâtiment technique :

De nombreuses lignes Cfo et Cfa sont connectées depuis le bâtiment technique à la tour de contrôle.

Celles transitent pour la plupart par une gaine technique située sous le passage piéton reliant le bâtiment technique à la tour.

Une autre partie circulent en enterré sur une courte distance depuis une gaine technique annexe circulant en enterré le long du bâtiment technique et débouchant dans la gaine principale

Ces lignes arrivent dans le petit local en sous sol au pied de la tour



4.5.2 Groupes clim

Des groupes Clim sont installés au pied de la tour.

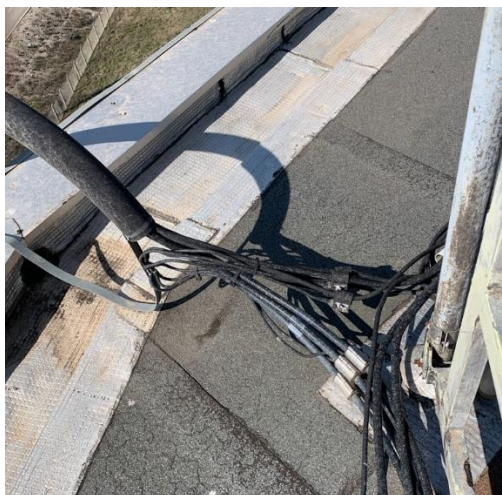
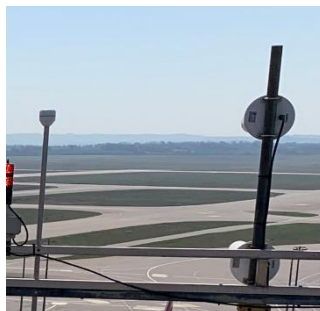
Les câbles électriques circulent dans des chemins de câbles métalliques avec couvercles métalliques.



4.5.3 Lignes venant de la toiture

Antennes

De nombreuses antennes de différentes technologies sont implantées en toiture



Crosse pour pénétration des câbles dans la tour avec kits de connexion des blindages au réseau de conducteurs foudre (pour certaines antennes)

Balisage

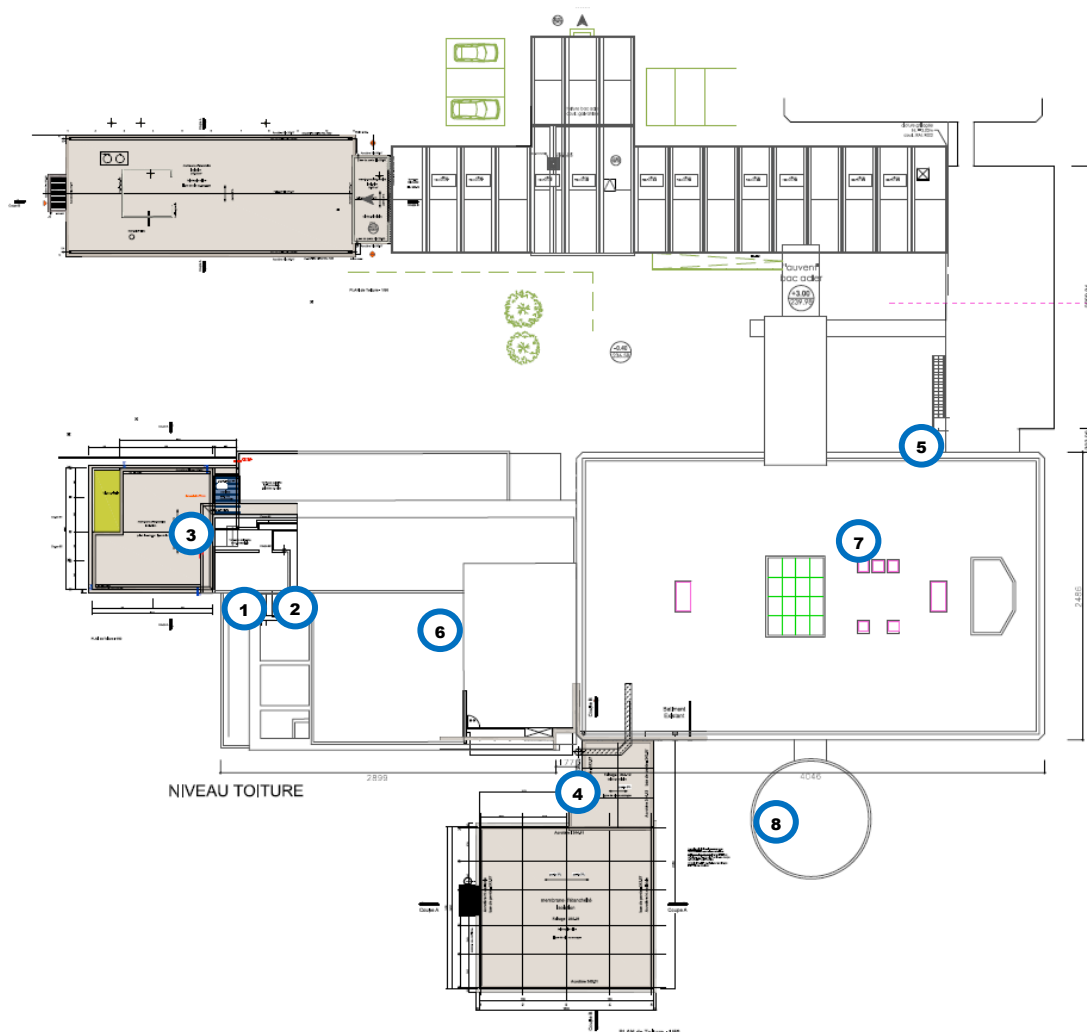
Quatre balises lumineuses sont présentes avec une alimentation commune.



RECAPITULATIF

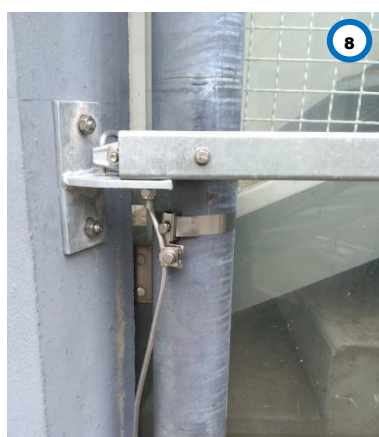
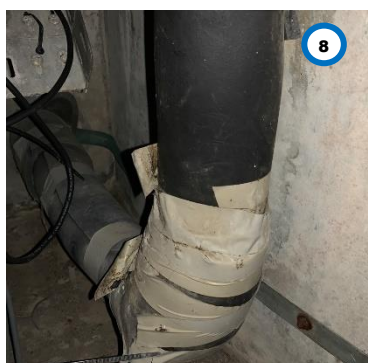
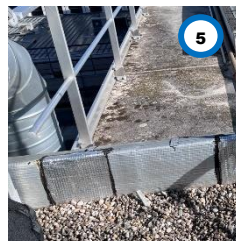
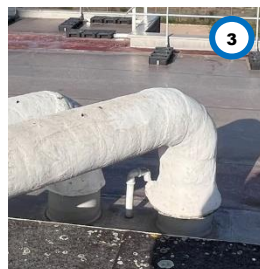
Ligne	Type	Tension/ Nb de pôles	Régime de neutre	Icc	Util	Commentaire
Liaisons BT depuis le bâtiment technique	BT	230V mono ou 400V tri	TN ou IT	<25kA		Identification à confirmer
Liaisons Cfa depuis le bâtiment technique	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO		Identification à confirmer
Liaisons antennes en toiture	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO		Identification à confirmer
Balisage	BT	A confirmer	SO	SO		Identification à confirmer
Alims Clim	BT	A confirmer	SO	SO		Identification à confirmer

4.6 Canalisations entrantes



Equipotentialité des canalisations métalliques à réaliser à leur pénétration dans le bâtiment.

Rep sur plan ci dessus	canalisation
1	Local technique R+1 Eau glacée
2	Toiture Eau glacée
3	Toiture Ventilation
4	Toiture Ventilation
5	Toiture Ventilation
6	Toiture Fluides clim
7	RDC Arrivée eau principale + RIA + Chauffage
8	Arrivées au pied de la tour : eau – Chauffage – gaine technique



5 DETERMINATION DES PRINCIPES DE PROTECTION A INTEGRER

5.1 Protection contre les impacts directs

Les prescriptions du guide d'aide à la protection foudre FICHE N°3 pour les bâtiments de la DGAC s'appliquent de manière déterministe :

- Les structures du bâtiment technique et tour de contrôle seront protégés contre les effets directs de la foudre par un dispositif correspondant à un niveau de protection Np1 suivant les normes NF EN 62305-1 et -3.
- L'utilisation de paratonnerres à dispositif d'amorçage est proscrite.

5.2 Réseau de terre (foudre)

Le bâtiment étant existant, les guides d'aide à la protection foudre FICHES N°1 pour la continuité des fers à béton et N°2 pour la constitution des réseaux de terre ne sont pas applicables (destinés à la construction de bâtiments neufs).

Il est préconisé la prise en compte du réseau existant et d'apporter les compléments nécessaires afin d'obtenir un réseau conforme aux prescriptions de la norme NF EN 62305 -3 pour le niveau de protection Npl.

5.3 Réseau d'équipotentialité intérieur

Le réseau d'équipotentialité existant ne possède pas de dossier technique complet détaillant sa conception.

Le guide d'aide à la protection foudre FICHE N°4 pour la protection des locaux sensibles, réseau de masse est applicable pour :

- Les salles télécom du bâtiment technique.
- Les salles énergie du bâtiment technique
- Les salles techniques du bâtiment technique
- Les salles techniques de la tour de contrôle

Une vérification de la constitution de ce réseau et sa conformité aux prescriptions des fiches DGAC sera à réaliser afin de contrôler sa compatibilité et définir les éventuels compléments à réaliser.

Il sera également vérifié et complété les connexions au réseau principal d'équipotentialité des canalisations métalliques entrantes

5.4 Protection des réseaux par parafoudres

Les réseaux extérieurs courants forts (Cfo) et courants faibles (Cfa) connectés au bâtiment ainsi que les lignes intérieures sensibles seront protégées suivant le principe de zones ZPF de la norme NF EN 62305-4 :

- Protection par parafoudre de type 1 pour la protection entre les zones de protection foudre Zpf0 et Zpf1(*).
- Protection par parafoudre de type 2 pour la protection entre les zones de protection foudre Zpf1 et suivantes (*)

Une partie de ces protections est existante.

Le guide d'aide à la protection foudre FICHE N°5 et N06 pour la protection des équipements par parafoudres est applicable.

6 PROTECTIONS A METTRE EN ŒUVRE PARTIE 1 EFFETS DIRECTS

6.1 Principe

L'installation extérieure de protection contre la foudre est destinée à intercepter les impacts de foudre dans la zone protégée et à conduire le courant de foudre jusqu'au sol afin de le disperser.

Les principes de protection contre les effets directs de la foudre appliqués dans cette étude ont comme référence le guide DGAC d'aide à la protection contre la foudre FICHE N°4 : protection des bâtiments, complétée par la norme NF EN 62305-3.

Une installation de protection contre les effets directs étant existante sur les structures étudiées, il est proposé de la conserver avec une remise en état pour les parties abîmées ou non conformes et de la compléter suivant le plan défini ci-après :

La méthode utilisée est le modèle électro géométrique par la sphère fictive. Suivant le guide DGAC en référence, le rayon de la sphère retenu est 20m, correspondant à un niveau de protection Np1 suivant la norme NF EN62305-3.

L'étude réalise une simulation permettant de déterminer les zones exposées à protéger et définit les dispositifs de capture à mettre en place.

6.2 Dispositif de capture

6.2.1 Prescriptions à mettre en œuvre pour le bâtiment technique

Le dispositif existant est décrit au chapitre 4.2. Il est composé de conducteurs de toiture en ceinturage et maillage, associés à des pointes de capture et périphérie et au niveau des points hauts.

Ce dispositif est toutefois ancien. Il présente des parties abîmées ou non conformes. Le dispositif est également incomplet et ne permet pas de protéger l'ensemble des installations en toitures, notamment l'extension ouest, des antennes et des équipements type gaines métalliques de ventilation ou extracteurs.

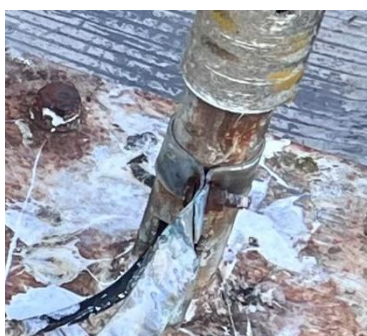
Il sera rajouté un ensemble de pointes captrices suivant le plan proposé ci après permettant de protéger les éléments proéminents et la toiture selon la méthode de la sphère fictive.

Sur la dalle béton de l'auvent au-dessus de l'entrée, il sera rajouté des conducteurs de maillage pour obtenir un pas de 5m x 5m (niveau de protection Npl).

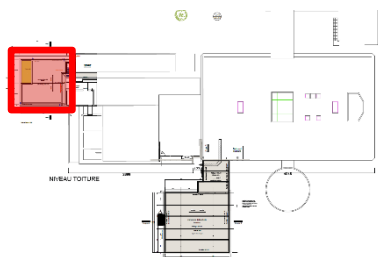
Sur la toiture de l'aile Est, du fait de la présence d'un seul extracteur déjà protégé par un pointe de capture, il sera rajouté des conducteurs de maillage complémentaires pour obtenir un pas de 5mx5m (niveau de protection Npl).

Les nouveaux éléments seront raccordés au réseau de conducteurs existant qui fera l'objet d'une remise à niveau :

- Remplacement des conducteurs abîmés ou percés
- Remplacement des connexions oxydées.
- Remplacement et complément des fixations pour obtenir une conformité à la norme NF EN 62305-3.



Détail des compléments pour l'extension Ouest



Cette extension ne possède pas de dispositif existant.

Des garde-corps sont présents sur la toiture. Ceux-ci sont seulement posés sur l'étanchéité sur des lests en matière plastiques et sont constitués de profils aluminiums assemblés.

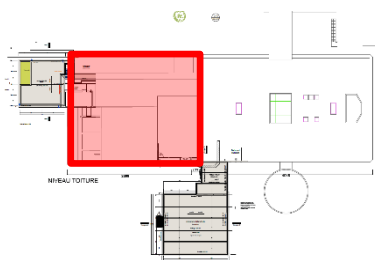
Aucun équipement n'est présent sur cette toiture, mais deux gaines techniques calorifugées circulent en bordure.

Il sera rajouté pour cette partie un conducteur de ceinturage normalisé en cuivre étamé ou aluminium installé sur la couvertine de l'acrotère. Ce conducteur sera fixé tous les 50cm et sera raccordé à chaque extrémité au ceinturage existant.

Les garde-corps (chaque tronçon) y seront raccordés par un conducteur et connecteur normalisés.



Détail des compléments pour le corps central zone ouest



Des garde-corps sont présents sur la toiture. Ceux-ci sont seulement posés sur l'étanchéité sur des lests en matière plastiques et sont constitués de profils aluminiums assemblés.

Il sera rajouté pour cette partie suivant le plan proposé ci après

- 5 pointes paratonnerre à tige simple dépassant de 2m la toiture
- 2 pointes paratonnerre à tige simple positionnées de part et d'autre de l'alignement d'antennes et les dépassant de 1m au minimum.
- 1 pointe paratonnerre complémentaire de 3m

Les nouvelles pointes de capture seront raccordées au dispositif existant et permettront de protéger les équipements présents en toiture : antennes, groupes froids, extracteurs, gaines techniques.

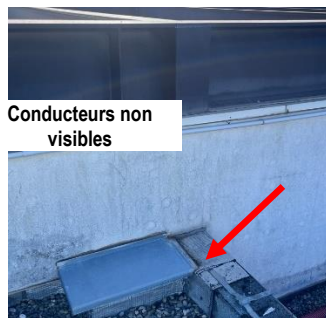
Les garde-corps (chaque tronçon) y seront raccordés par un conducteur normalisé.

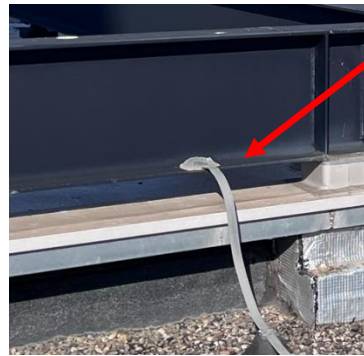
La structure métallique installée au dessus de la salle technique et composée de profils assemblés de fortes sections (IPN) sera utilisée comme dispositif naturel de capture. Celle-ci est déjà raccordée à chaque angle au dispositif existant et ne nécessite pas de complément.

Il sera toutefois vérifié la présence effective des conducteurs non visible au partie Ouest (voir 2 photos ci après).

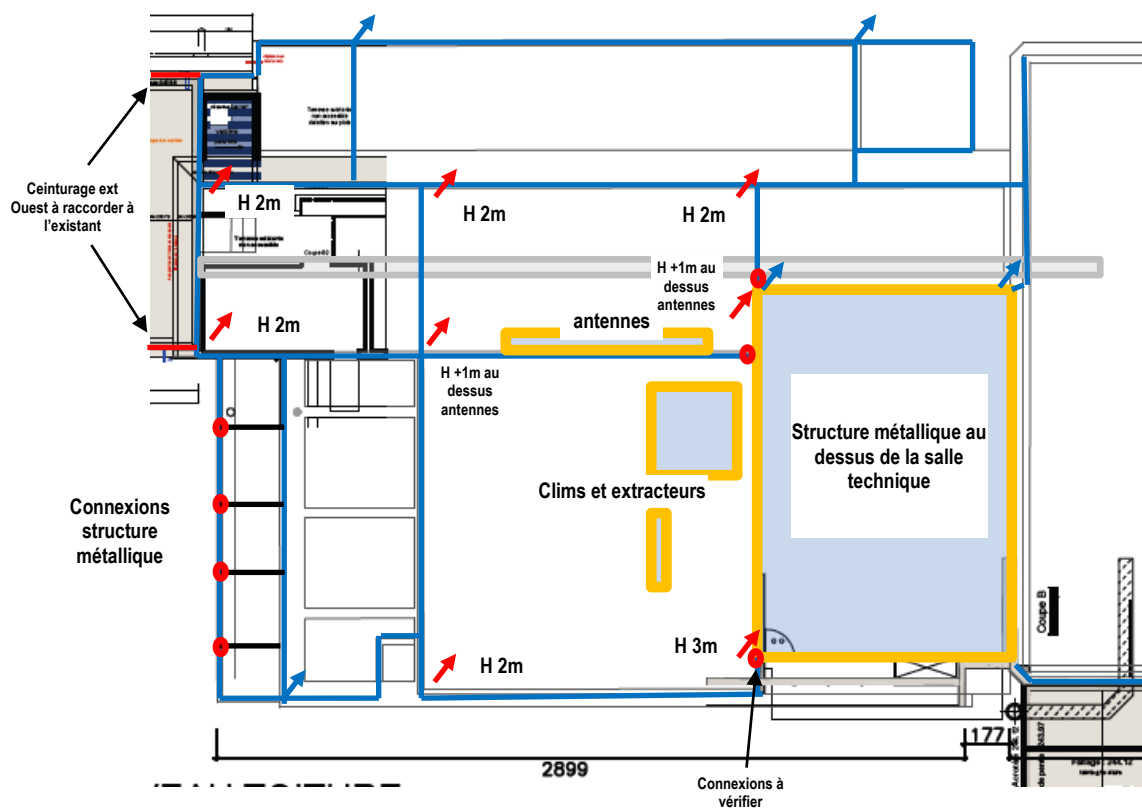
Une antenne type TV est présente dans cette zone. A supprimer si non utilisée.

Pour la zone groupe froids situées à l'angle Sud Ouest, la structure métallique existante sera raccordée au dispositif de toiture existant afin de participer au dispositif de capture.



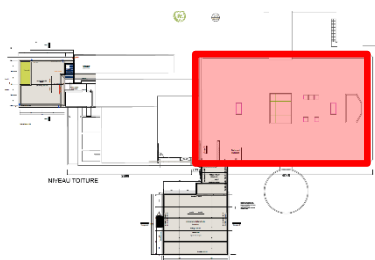


Plan de principe



- Conducteur existant
- Conducteur à rajouter
- ↗ Pointe caprice existante
- ↗ Nouvelle pointe caprice

Détail des compléments pour le corps central zone Est



Des garde-corps sont présents sur la toiture. Ceux-ci sont seulement posés sur l'étanchéité sur des lests en matière plastiques et sont constitués de profils aluminiums assemblés.

Il sera rajouté pour cette partie suivant le plan proposé ci après

- 11 pointes paratonnerre à tige simple dépassant de 2m la toiture
- 1 pointe paratonnerre à tige simple positionnée à 1m de l'antenne et la dépassant de 1m au minimum.

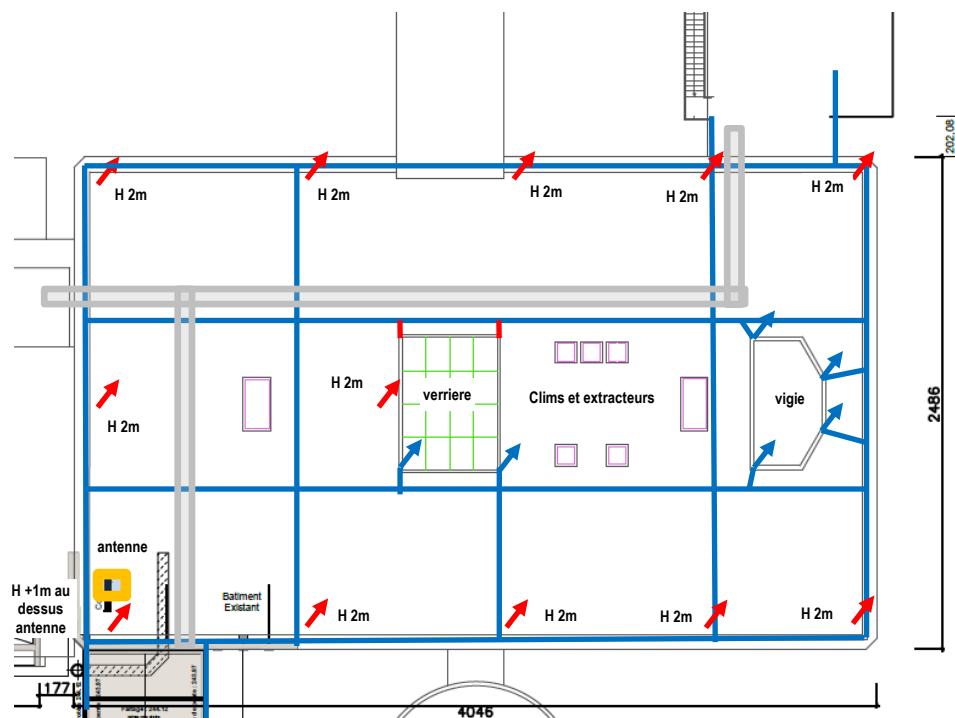
Les nouvelles pointes de capture seront raccordées au dispositif existant et permettront de protéger les équipements présents en toiture : antennes, groupes froids, extracteurs, gaines techniques.

Les garde-corps (chaque tronçon) y seront raccordés par un conducteur normalisé.

Les dispositifs de capture présents sur la verrière et la vigie seront conservés. Il sera toutefois rajouté deux connexions des bardages de la verrière au maillage existant.

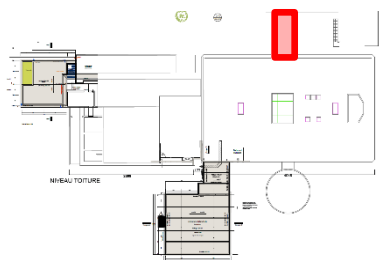


Plan de principe



- Conducteur existant
- Conducteur à rajouter
- ↗ Pointe caprice existante
- ↗ Nouvelle pointe caprice

Détail des compléments pour l'avancée béton

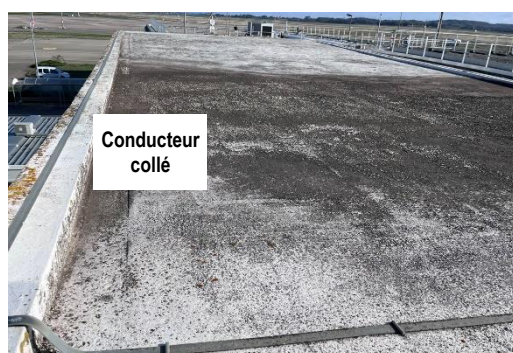


Pour cette zone, seul un conducteur de ceinturage est existant. Aucun équipement dépassant la toiture n'est installé.

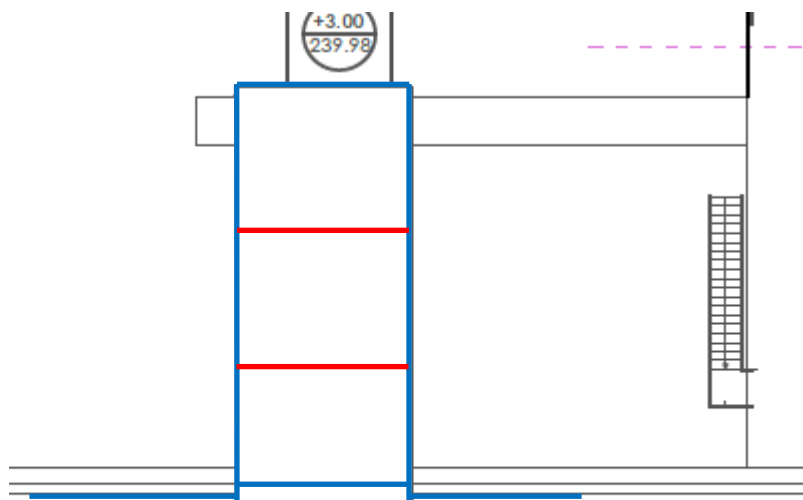
Il sera rajouté pour cette partie suivant le plan proposé ci après

- Deux compléments au maillage pour obtenir un pas de 5m x 5m conformément à la norme nf en 62305-3.

Le mode de fixation des conducteurs sera à valider en fonction des possibilités techniques. Il a été constaté que le conducteur de ceinturage existant de type méplat en cuivre étamé est seulement collé sur la toiture. Il est rappelé que les conducteurs foudre doivent être fixés de manière durable tous les 50cm mini.

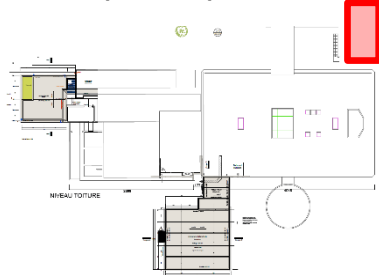


Plan de principe



- Conducteur existant
- Conducteur à rajouter
- ↗ Pointe caprice existante
- ↗ Nouvelle pointe caprice

Détail des compléments pour aile Est



Pour cette zone un conducteur de ceinturage est existant. Celui-ci est complété par des conducteurs de maillage ainsi qu'une pointe de capture de 1m de hauteur protégeant un extracteur (seul équipement présent sur cette partie de la toiture).

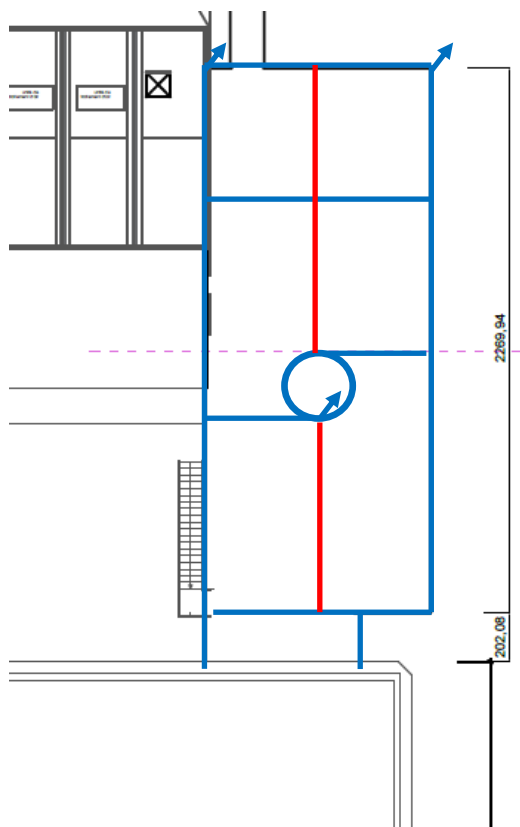
Des garde-corps sont présents sur la toiture. Ceux-ci sont seulement posés sur l'étanchéité sur des lests en matière plastique et sont constitués de profils aluminiums assemblés.

Il sera rajouté pour cette partie suivant le plan proposé ci après des conducteurs de maillage complémentaires afin d'obtenir un pas de 5mx5m conformément à la norme NF EN 62305-3.

Les garde-corps (chaque tronçon) y seront raccordés par un conducteur normalisé.



Plan de principe



- Conducteur existant
- Conducteur à rajouter
- ↗ Pointe caprice existante
- ↗ Nouvelle pointe caprice

6.2.2 Prescriptions à mettre en œuvre pour la tour de contrôle

La tour est un bâtiment de grande hauteur, dépassant la hauteur de 20m qui est le rayon de la sphère fictive pour le niveau de protection Np I considéré.

Suivant les prescriptions de la norme NF EN 62305-3 (Annexe A chapitre A.2) : (extrait) : « des coups latéraux peuvent se produire. Chaque point latéral de la structure touché par la sphère fictive constitue un possible point d'impact. Toutefois, la probabilité de coups latéraux est généralement négligeable pour des structures de hauteur inférieure à 60 m ».

Ainsi, le dispositif de capture est nécessaire que sur la partie supérieure.

Le dispositif existant est décrit au chapitre 4.2. Il est composé d'un conducteur de toiture en ceinturage de la toiture et de 4 pointes de capture additionnelles de 2m env chacune.

Une rambarde métallique de env 1,2m de hauteur est installée sur tout le pourtour de la toiture de la tour.

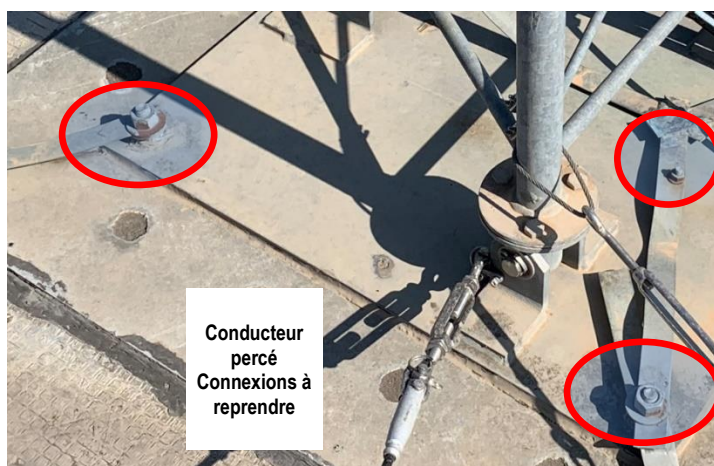
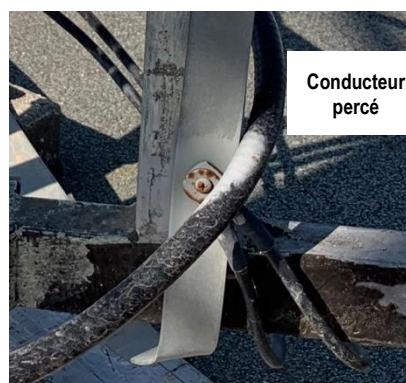
Ce dispositif est toutefois ancien. Il présente des parties abîmées ou non conformes. Le dispositif ne permet pas la protection de tous les équipements installés en toiture (antennes, signalisation)

Suivant les demandes particulières qui nous ont été formulées par la DGAC, il est décidé de ne pas protéger les antennes qui resteront au-dessus des dispositifs de protection, ceux-ci pouvant altérer leur efficacité.

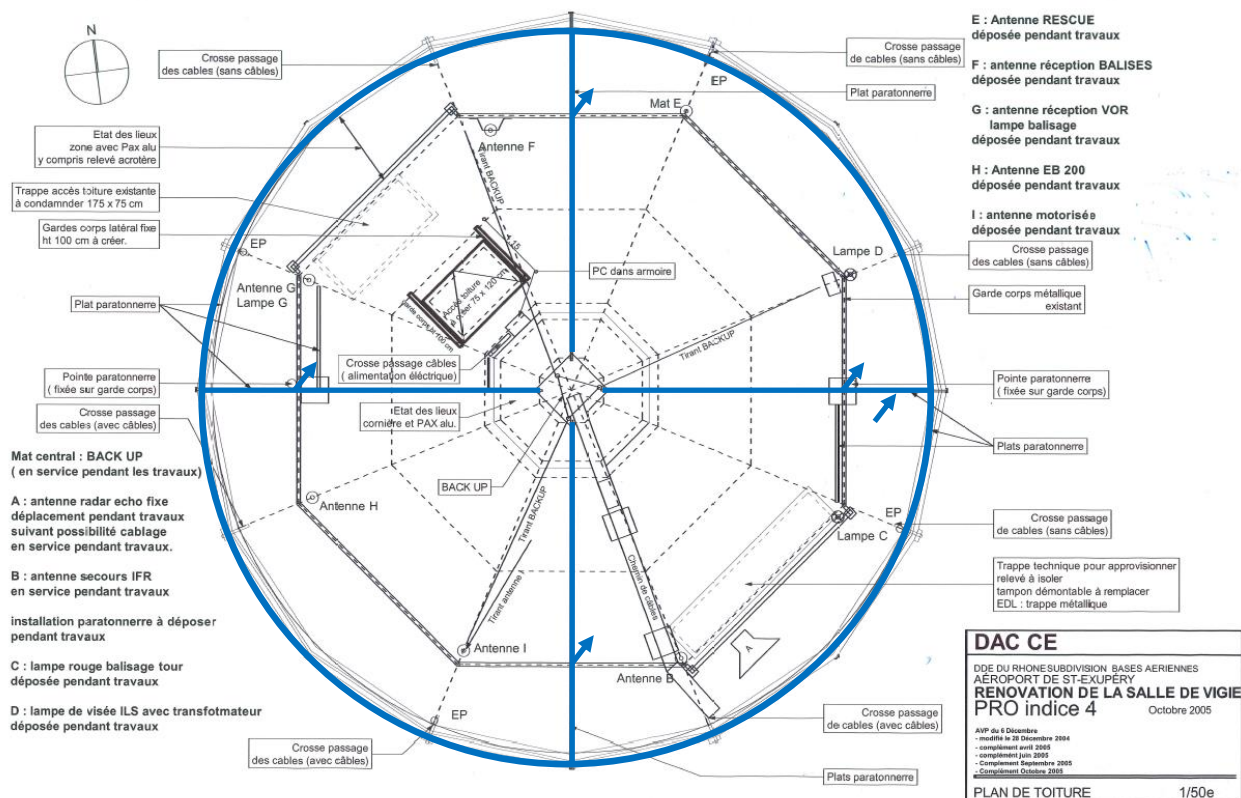
A noter que le mat central sera raccordé au dispositif de capture comme élément naturel du Système de Protection Foudre (SPF).

Ainsi, il est défini de seulement réaliser une remise à niveau de l'installation existante (en conservant les pointes caprices existantes, même si leur rôle reste limité.)

- Remplacement des conducteurs abîmés ou percés
- Remplacement des connexions oxydées.
- Remplacement et complément des fixations pour obtenir une conformité à la norme NF EN 62305-3.



Plan de principe



6.3 Conducteurs de descente

6.3.1 Prescriptions à mettre en œuvre pour le bâtiment technique

Le bâtiment technique a un périmètre de 350 m environ en comptant les deux extensions et l'auvent béton.

Suivant les recommandations de la norme NFEN62305-3 et de la fiche technique N°3 GPF 20 :

- Un ensemble de conducteurs de descente doit être installé, reliant le dispositif de capture au réseau de terre.
- Les conducteurs de descente doivent être répartis sur le pourtour de la structure
- Le nombre de conducteurs ne doit pas être inférieur à deux et la distance typique indiquée entre deux conducteurs de descente est de 10m pour le niveau de protection Npl.

L'installation actuelle comporte 24 conducteurs de descente, répartis sur le pourtour du bâtiment

L'extension Ouest ne comprend pas de conducteurs de descente et pour le reste de la structure, la distance maxi entre deux descentes est de 15m environ.

Compte tenu de l'existant, les 24 conducteurs existants seront conservés. Des travaux de mise en conformité ou réparation seront toutefois nécessaires pour :

- Rajouter des fixations manquantes
- Revoir les positionnements (prise en compte du risque de tension de contact et de pas, conducteurs recouverts ou cachés, distance de séparation (voir chapitre spécifique).

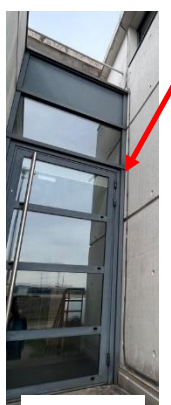
Exemples de points à reprendre (non exhaustif) :



N° 11 revoir fixations



N° 13 conducteur recouvert



N° 14 proximité porte accès



N° 23 Conducteur au sol non protégé, abîmé et percé

Ajout de nouveaux conducteurs de descente

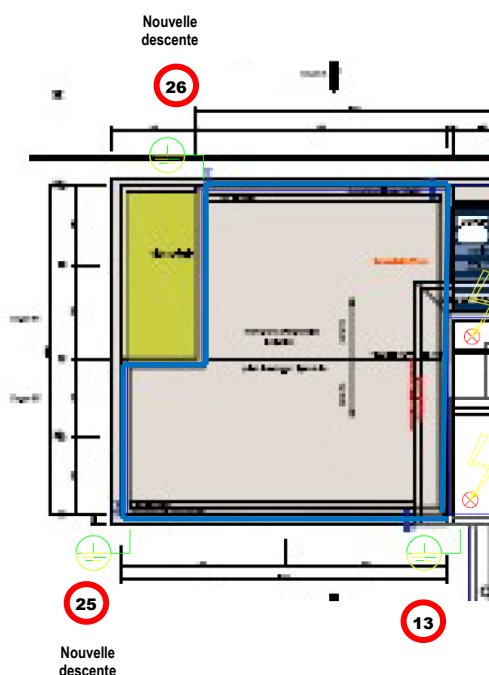
Il sera rajouté deux conducteurs de descente pour l'extension Ouest, placés dans les angles.

Ils seront constitués

- D'un conducteur normalisé en cuivre étamé méplat de section mini 50mm² reliant le ceinturage haut au réseau de terre foudre.
- Le conducteur sera fixé à raison de 3 fixations par mètre
- D'un bas de descente composé d'une gaine de protection mécanique du conducteur sur une hauteur de 2m et d'une borne de déconnexion marquée « paratonnerre »
- Une plaque d'avertissement contre le risque de tension de contact et de pas, lisible à 3m.

Remarque : la façade étant recouverte de bois (matériau combustible), les conducteurs de descente seront éloignés de la façade d'une distance de 10cm ou justifier d'un échauffement acceptable du conducteur en cas d'impact de foudre.

Plan proposé :



6.3.2 Prescriptions à mettre en œuvre pour la tour de contrôle

Suivant les recommandations de la norme NFEN62305-3 et de la fiche technique N°3 GPF 20 :

- Un ensemble de conducteurs de descente doit être installé, reliant le dispositif de capture au réseau de terre.
- Les conducteurs de descente doivent être répartis sur le pourtour de la structure
- Le nombre de conducteurs ne doit pas être inférieur à deux et la distance typique indiquée entre deux conducteurs de descente est de 10m pour le niveau de protection Npl.

L'installation actuelle comporte 4 conducteurs de descente, répartis sur le périmètre du pied de la tour.

Trois ceinturages ont été positionnés sur la hauteur.

Compte tenu de l'existant, les 4 conducteurs existants seront conservés. Des travaux de mise en conformité ou réparation seront toutefois nécessaires pour :

- Remplacement des parties de conducteurs percés
- Revoir les positionnements (prise en compte du risque de tension de contact et de pas, conducteurs recouverts ou cachés, distance de séparation (voir chapitre spécifique).



Conducteur
percé



Distance de
séparation

6.3.3 Compteur d'impact

Du fait des nombreux conducteurs de descente sur la partie bâtiment technique, la mise en œuvre d'un compteur n'est pas envisageable.

Il sera toutefois installé sur un des 4 conducteurs des descentes de la tour un compteur d'impact conforme à la norme NF EN 62561-6.

6.4 Distance de séparation

Lors d'un impact de foudre sur le système de protection, il y a risque d'étincelage entre les conducteurs foudre et les masses métalliques reliées au réseau d'équipotentialité principal du site si celles-ci sont situées à une distance inférieure de la distance de sécurité ou distance de séparation.

Il faut alors soit éloigner le conducteur foudre ou bien raccorder l'équipement afin d'éviter le risque d'étincelage.

Le raccordement doit être réalisé par un conducteur normalisé de section mini 50mm².

La distance de séparation est calculée par les méthodes suivantes :

6.4.1 Généralités

Le calcul est réalisé selon la norme NF EN 62305-3.

L'isolation électrique entre le dispositif de capture ou le conducteur de descente et les parties métalliques de la structure, les installations métalliques et les réseaux internes peut être réalisée par une distance de séparation, s , entre les éléments. L'équation générale utilisée pour le calcul de s est donnée par la formule suivante :

$$S = K_i \times K_c / K_m \times l$$

où

- k_i dépend de la classe de SPF choisie (voir Tableau 10);
- k_m dépend du matériau d'isolation électrique (voir Tableau 11);
- k_c dépend du courant de foudre (partiel) s'écoulant dans le dispositif de capture et le conducteur de descente (voir Tableau 12 et Annexe C);
- l est la longueur, en mètres, le long du dispositif de capture et du conducteur de descente entre le point où la distance de séparation est à prendre en considération et le point de liaison équipotentielle le plus proche (voir E.6.3 de l'Annexe E).

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

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_m

Matériau	k_m
~	1
Béton, briques, bois	0,5
NOTE 1 Lorsqu'il existe plusieurs matériaux isolants en série, l'application de la valeur inférieure de k_m constitue une bonne pratique.	
NOTE 2 Pour l'utilisation d'autres matériaux isolants, il convient que le fabricant fournisse des recommandations de construction et la valeur de k_m .	

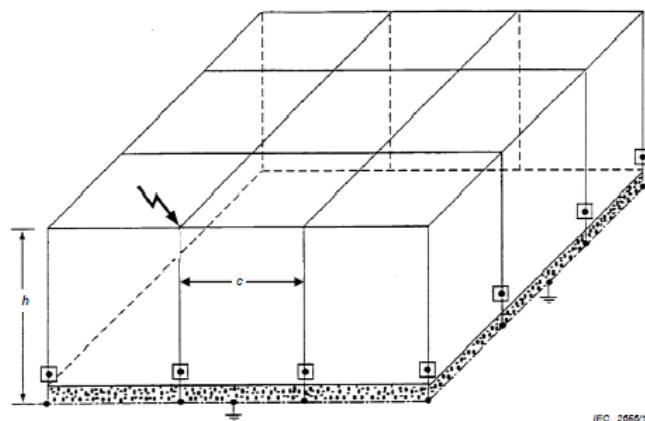
Dans le cas des lignes ou des parties conductrices extérieures pénétrant dans la structure, il est toujours nécessaire de réaliser une liaison équipotentielle de foudre (par une connexion directe ou une connexion par l'intermédiaire d'un parafoudre) au point de pénétration dans la structure.

Dans des structures en béton armé avec armatures métalliques ou à connexion électrique continue, une distance de séparation n'est pas requise.

Le coefficient de répartition k_c du courant de foudre entre les dispositifs de capture/conducteurs de descente dépend de la classe de dispositif de capture, du nombre total n et de la position des conducteurs de descente, ainsi que des conducteurs de ceinturage d'interconnexion et du type de réseau de prises de terre. La distance de séparation nécessaire dépend de la chute de tension sur le chemin le plus court à partir du point où la distance de séparation est à prendre en considération, jusqu'à l'électrode de terre ou le point de liaison équipotentielle le plus proche.

Tableau 12 – Isolation d'un SPF extérieur – Valeurs approchées du coefficient k_c

Nombre de conducteurs de descente n	k_c
1 (uniquement dans le cas d'un SPF isolé)	1
2	0,66
3 et au-delà	0,44
NOTE Les valeurs du Tableau 12 s'appliquent à toutes les dispositions de prises de terre de type B et toutes les dispositions de prises de terre de type A, à condition que la résistance de terre des électrodes de terre voisines ne diffère pas de plus d'un facteur de 2. Si les résistances de terre des électrodes simples diffèrent de plus d'un facteur de 2, une valeur $k_c = 1$ est supposée.	



IEC 2065/10

$$k_c = \frac{1}{2n} + 0,1 + 0,2 \times \sqrt{\frac{c}{h_1}}$$

Légende

n nombre total de conducteurs de descente
 c distance entre deux conducteurs de descente
 h espacement (ou hauteur) entre conducteurs de ceinturage

NOTE 1 L'équation utilisée pour le calcul de k_c est une approximation pour des structures cubiques et pour $n \geq 4$. Les valeurs de h et c sont supposées se situer dans une plage comprise entre 3 m et 20 m.

NOTE 2 Si des conducteurs de descente intérieurs existent, il convient que le nombre n les prenne en compte.

Figure C.2 – Valeurs du coefficient k_c dans le cas d'un réseau à plusieurs conducteurs de descente

6.4.2 Calcul pour le bâtiment technique

Suivant la formule ci-dessus, les paramètres sont les suivants :

- $K_i = 0,08$ (Np1)
- $K_c = 1/2 \times 26 + 0,1 + 0,2 \times \sqrt{3} (15/8) = 0,019 + 0,1 + 0,2 \times 1,233 = 0,37$
- $K_m = 1$ dans l'air et 0.5 dans le béton

Soit les valeurs calculées (dans l'air) suivantes :

Valeur au niveau de l'acrotère

$$S = 0,08 \times 0,37 \times 8 = \mathbf{0,24 \text{ m}}$$

Valeur indicative au milieu du bâtiment

$$S = 0,08 \times 0,37 \times 20 = \mathbf{0,6m}$$

Ces valeurs sont à multiplier par 2 pour la valeur à respecter pour les équipements intérieurs sauf si les ferrillages ont été interconnectés – dans ce cas celle-ci est négligeable

6.4.3 Calcul pour la tour

Suivant la formule ci-dessus, les paramètres sont les suivants :

- $K_i = 0,08$ (Np1)
- $K_c = 1/2 \times 4 + 0,1 + 0,2 \times \sqrt{3} (10/35) = 0,125 + 0,1 + 0,2 \times 0,658 = 0,36$
- $K_m = 1$ dans l'air et 0.5 dans le béton

Soit les valeurs calculées (dans l'air) suivantes :

Valeur au niveau de l'acrotère

$$S = 0,08 \times 0,36 \times 35 = 1 \text{ m}$$

Valeur indicative au milieu du bâtiment

$$S = 0,08 \times 0,36 \times 40 = 1,15 \text{ m}$$

Ces valeurs sont à multiplier par 2 pour la valeur à respecter pour les équipements intérieurs sauf si les ferrillages ont été interconnectés – dans ce cas celle-ci est négligeable

6.4.4 Interconnexion des ferrillages

L'interconnexion des ferrillages bétons est préconisé dans la fiche technique DGAC GPF20 Fiche N°1.

Cette disposition permet, en complément des conducteurs de descentes placés à l'extérieur de la structure, de créer un écran spatial réduisant le champ magnétique à l'intérieur de la structure.

Si le maillage dans le béton est suffisamment réduit et qu'il est électriquement continu, il permet de rendre négligeable le risque d'étincelage avec les équipements intérieurs (distance de séparation intérieure)

Cette disposition permet également de réduire la distance de séparation pour les équipements extérieurs en cas de continuité électrique du ferrillage et d'interconnexion avec le réseau foudre en toiture.

Les structures concernées, bâtiment technique et la tour de contrôle, sont réalisées en béton armé.

Aucune information dans les relevés effectués ou documentation transmise ne permet de valider si les ferrillages sont électriquement continus et aucune liaison directe avec les réseaux de conducteurs foudres n'a été constatée.

Il serait préconisé, à titre d'amélioration de la protection foudre lors des prochains travaux sur ces structures :

- De mettre à jour le ferrillage en plusieurs points à déterminer au niveau des toitures.
- De contrôler leur interconnexion électrique avec le réseau d'équipotentialité principal.
- D'y connecter le réseau de conducteurs foudre en toiture.

Attention, ces dispositions peuvent ne pas être réalisées, ou avec des précautions, dans le cas de structures en béton précontraint ou de panneaux préfabriqués.

7.1 Principes

Prise en compte de l'existant :

Le guide d'aide à la protection contre la foudre FICHE N°2 Réseau de terre n'est pas applicable pour ce bâtiment (destiné à la construction de nouveaux bâtiments).

Pour le bâtiment technique :

Sur la base du plan RAP de 2007 et des relevés réalisés sur site, un réseau de terre en boucle a été mis en place avant la construction des deux extensions Sud et Ouest.

Il ne nous a pas été présenté de Dossier de réalisation précis (DOE) sur les travaux correspondants à ce plan permettant de qualifier cette installation.

Les valeurs de terre mesurées sont toutefois pour la plupart inférieures à 10 ohms et cohérentes, indiquant une probable interconnexion de l'ensemble

Par ailleurs, il n'existe pas de document indiquant les modifications apportées au réseau de terre foudre lors de la construction des deux extensions et si pour celle situées au sud des conducteurs de descente ont été rajoutés, ceci n'est pas le cas pour l'extension Ouest. Le réseau en boucle semble avoir été interrompu pour cette construction et non remis en état.

Il n'a également pas pu être mis en évidence la présence d'une liaison équipotentielle entre le réseau de terre foudre et le réseau d'équipotentialité du site.

Pour la tour de contrôle :

L'installation est ancienne et bien qu'il nous ait été indiqué qu'un réseau de terre conséquent était présent, il ne nous a pas été présenté de Dossier de réalisation précis (DOE) sur l'existant permettant de qualifier cette installation.

Il n'a également pas pu être mis en évidence la présence d'une liaison équipotentielle entre le réseau de terre foudre et le réseau d'équipotentialité du site.

Résistivité du sol :

Une mesure a été réalisée le 20 12 2023

Appareil SEFRAM 9420 17510123 (contrôlé le 09 01 2023)

Valeur en surface 531 ohm.m (espacement 1ml) descendant en profondeur , valeur mesurée avec espacement de 2ml : 219 ohms.m

Ces mesures réalisées devant la zone bureaux sont indicatives, les valeurs pouvant varier d'un endroit à un autre, mais permettent de retenir comme résistivité moyenne du sol la valeur typique proposée dans la norme NF EN 62305-2 de **400 ohm.m**

Principe retenu :

Les principes proposés ont pour but de permettre de requalifier le réseau de terre foudre en vue de sa conformité à la norme NF EN62305-3, tout en essayant de conserver le maximum de l'existant.

Les préconisations sont :

- Reprise du réseau de ceinturage du bâtiment technique afin de vérifier sa présence et sa continuité sur l'intégralité du bâtiment.
- Ajout de dispositifs complémentaires afin de renforcer l'efficacité, comme des prises de terres additionnelles.
- Reprise du réseau de terre de l'extension Sud.est
- Ajout du réseau de terre manquant autour de l'extension Ouest
- Réaliser une connexion du réseau en boucle avec le réseau de terre bâtiment au niveau du local E6/P7

Ce réseau sera réalisé conformément aux prescriptions de la norme NF EN 62305-3.

7.2 Installations à mettre en place

Rappel des prescriptions de la norme NF EN 62305-3 pour une prise de terre de type B :

5.4.2.2 Disposition de type B

Ce type de disposition comporte, soit un conducteur de ceinturage extérieur à la structure à protéger, en contact avec le sol sur au moins 80 % de sa longueur totale, soit une prise de terre à fond de fouille formant une boucle fermée. Ces électrodes de terre peuvent également être maillées.

NOTE Bien que 20 % de sa surface puissent ne pas être en contact avec le sol, le conducteur de ceinturage doit toujours être entièrement connecté sur toute sa longueur.

5.4.3 Installation des électrodes de terre

Il convient que la prise de terre en boucle (disposition de type B) soit, de préférence, enterrée à au moins 0,5 m de profondeur et à environ 1 m des murs extérieurs.

Pour chaque tronçon (entre deux conducteurs de descente) de réseau de terre, il sera vérifié :

- La présence et la continuité d'un conducteur en cuivre nu ou cuivre étamé de section mini 50mm² minimum.
- Sa bonne connexion aux conducteurs de descente à chaque extrémité du tronçon.

Si le contrôle n'est pas concluant ou ne permet pas de valider la conformité de la liaison, la pose d'un nouveau conducteur sera réalisée.

Il est par ailleurs conseillé d'installer au pied de chaque descente un regard ou une plaque de déconnexion permettant d'identifier séparément le conducteur de descente et le réseau de terre.

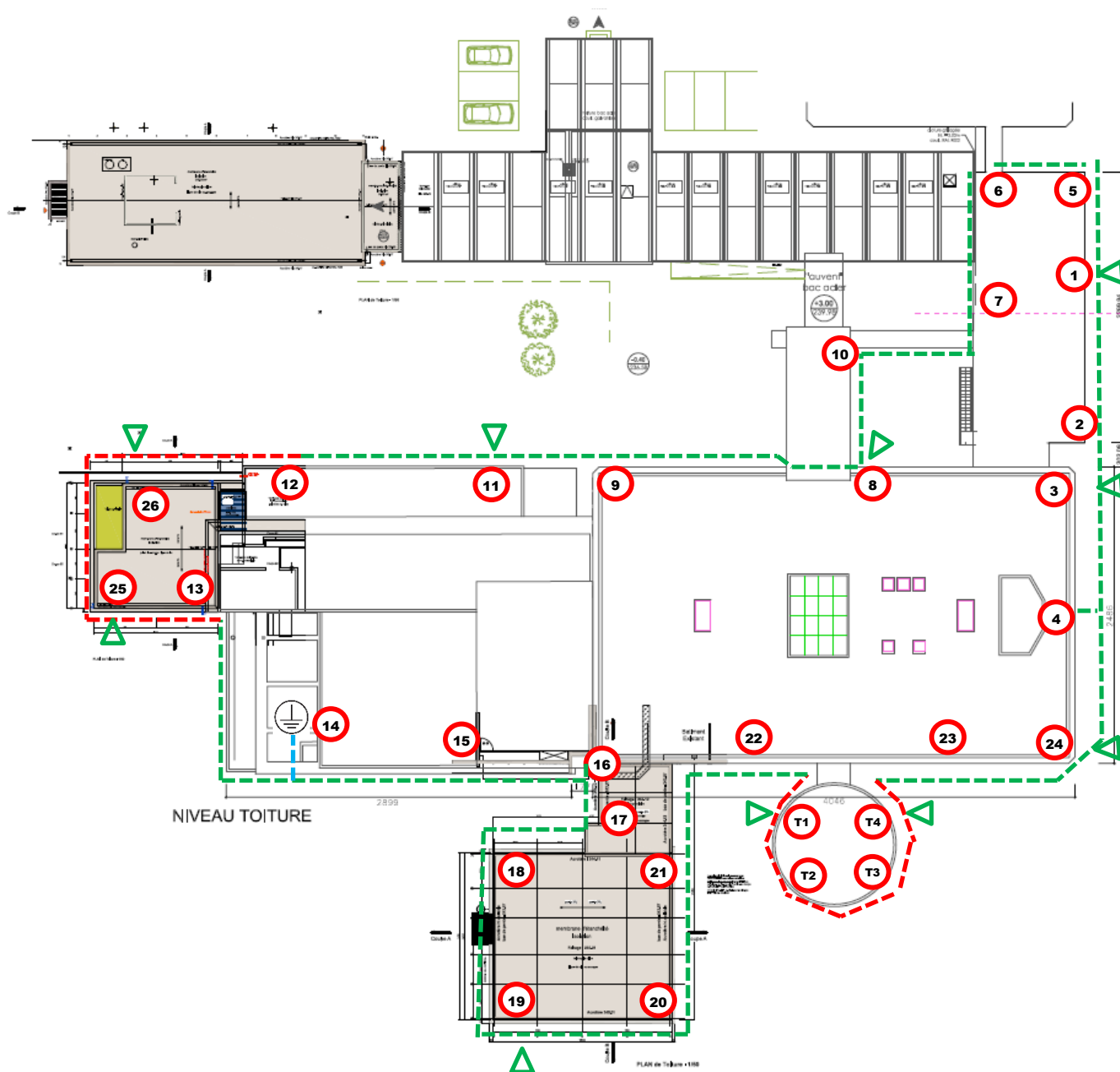
Pour l'extension Ouest, il sera rajouté la partie manquante qui sera connectée à chaque extrémité à la boucle existante et aux nouvelles descentes.

Pour la tour de contrôle, un conducteur de ceinturage sera rajouté, connecté à chaque extrémité au réseau en boucle du bâtiment technique et à chacune des 4 descentes.

Le réseau étant partiellement installé qu'en surface, il est préconisé de rajouter 10 prises de terre additionnelles type A conformes à la norme NF EN 62305-3 positionnées suivant le plan proposé ci après.

Une liaison équipotentielle sera réalisée au niveau du local E6 P7 entre la boucle de terre foudre et le réseau de terre principal du bâtiment. Cette liaison sera réalisée par un conducteur en cuivre nu de section minimum 25mm²

7.3 Plan de principe réseau de terre extérieur



xx Conducteur de descente et connexion au réseau de terre

--- Conducteur boucle existant

--- Conducteur boucle à rajouter

△ Prise de terre additionnelle

--- Liaison terre bâtiment

7.4 Renforcement du réseau d'équipotentialité

Le réseau d'équipotentialité sera renforcé par :

Le raccordement des canalisations métalliques au réseau d'équipotentialité principal du site, par une liaison la plus courte possible réalisée par un conducteur en cuivre nu de section mini 16mm

Equipotentialité des canalisations métalliques à réaliser à leur pénétration dans le bâtiment (voir localisation chapitre 4.6)

Rep sur plan ci dessus	canalisation	
1	Local technique R+1 Eau glacée	Existant – à vérifier
2	Toiture Eau glacée	A réaliser
3	Toiture Ventilation	A réaliser
4	Toiture Ventilation	A réaliser
5	Toiture Ventilation	A réaliser
6	Toiture Fluides clim	A réaliser – réparer chemin de câbles
7	RDC Arrivée eau principale + RIA + Chauffage	A réaliser
8	Arrivées au pied de la tour : eau – Chauffage – gaine technique	A réaliser

Il sera vérifié également l'interconnexion des masses métalliques extérieures telles que escaliers, rambardes, etc...



8 PROTECTIONS A METTRE EN ŒUVRE PARTIE 3 RESEAU D'EQUIPOTENTIALITE INTERIEUR

8.1 Définition et principes

Le site comprend des locaux sensibles nécessitant la mise en place de dispositifs intérieurs de renforcement de la protection CEM des installations.

Le guide d'aide à la protection contre la foudre , fiche N°4 est applicable pour la mise en place de ces dispositifs, suivant le descriptif des dispositifs à installer décrit ci-après.

Les locaux sensibles pour le bâtiment technique sont :

- 2 Salles techniques du bâtiment technique
- La salle Energie E6 P7
- La salle NRJA
- La salle NRJB
- La salle télécom 1
- La salle télécom 2

Les locaux sensibles pour la tour de contrôle sont :

- La salle technique sous la vigie
- La vigie

8.2 Dispositif à installer

8.2.1 Salles techniques

Pour cette étude il n'a pas été réalisé d'inspection de la conformité des réseaux d'équipotentialité intérieurs suivant les prescriptions de la fiche technique GPF20 fiche N°4, ces dispositions étant considérées conformes.

La plupart des dispositifs étant non visibles, le dossier de réalisation (DOE) de ces travaux serait nécessaire pour valider de leur conformité.

8.2.2 Salles telecom

Les deux salles existantes sont considérées comme des locaux sensibles.

Pour la salle Telecom 1, les dispositions de la fiche technique GPF20 fiche N°4 ont été mises en œuvre. Il n'est pas demandé de prescriptions supplémentaires.

Cette salle n'est pas équipée de plancher technique.

Pour la salle Télécom 2

Il est préconisé de compléter le dispositif existant par :

- Liaison du ceinturage existant à la barre de terre principale par un conducteur méplat en cuivre étamé.
- Ajout de conducteurs méplat en cuivre étamé sur les chemins de câbles non équipés.
- Contrôler que toutes les armoires et enveloppes métalliques sont interconnectées avec le réseau d'équipotentialité.
- Valider la présence sous le plancher technique du maillage et le raccordement du plancher au réseau de terre.

8.2.3 Salles énergies

Pour les salles considérées comme des locaux sensibles, application des dispositions de la fiche technique GPF20 fiche N°4

Il est préconisé de:

- Valider la présence d'une plaque de terre principale raccordée au réseau principal d'équipotentialité.
- Valider la présence d'un ceinturage réalisé par un conducteur en cuivre étamé méplat 30x2mm raccordé à la plaque principal de terre du local.
- Contrôler que les chemins de câbles sont équipés de conducteurs accompagnant en cuivre étamé méplat 30x 2mm.
- Contrôler que toutes les armoires et enveloppes métalliques sont interconnectées avec le réseau d'équipotentialité.

Les salles énergie ne sont pas équipées de plancher technique.

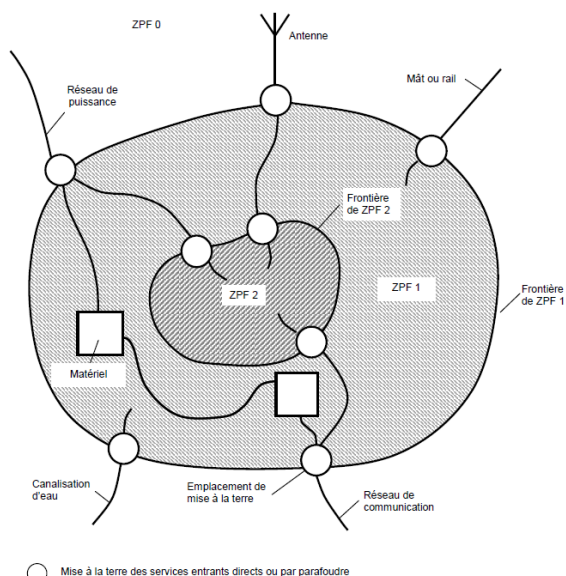
9 PROTECTIONS A METTRE EN ŒUVRE PARTIE 4 PROTECTION DES RESEAUX

9.1 Principes

Suivant les principes de la norme EN 62305-4, la protection des réseaux entrants dans la structure ainsi que la mise en place de parafoudres complémentaires sur équipements sensibles seront mises en place.

Les réseaux de puissance et courant faibles peuvent subir des dommages s'ils sont exposés aux effets directs ou au rayonnement électromagnétique de la foudre.

Le principe de protection repose sur le concept de zone de protection contre la foudre (ZPF) dont les frontières sont définies afin d'obtenir des volumes homogènes au niveau du risque.



**Extrait norme NF
EN62305-4**

Rappel de l'identification des ZPF (suivant la norme EN62305-4) :

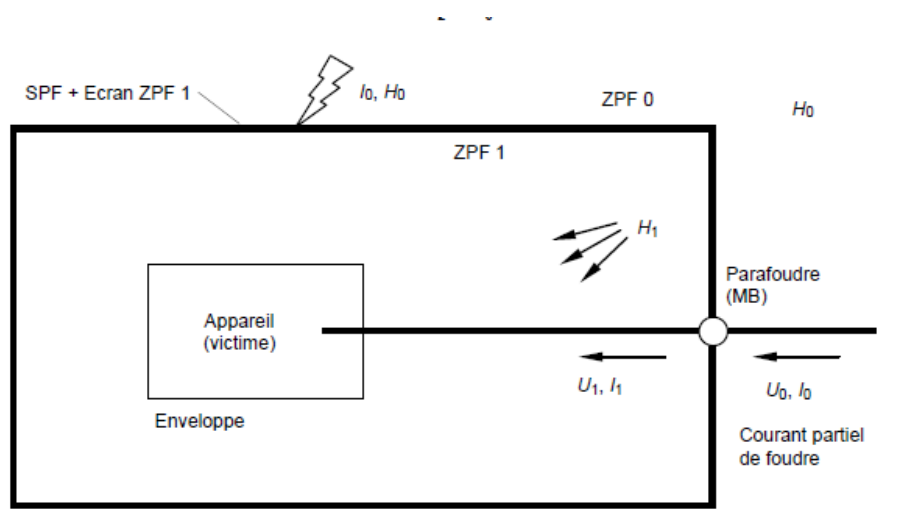
Zones extérieures:

- ZPF 0** Zone mise en danger par le champ électromagnétique de foudre non amorti et où les réseaux internes peuvent être mis en danger par des chocs sous le courant plein ou partiel de la foudre. Une ZPF 0 se subdivise en:
 - ZPF 0_A** zone mise en danger par le coup de foudre direct et par le champ électromagnétique total de foudre. Les réseaux internes peuvent être mis en danger par des chocs sous le courant plein de la foudre.
 - ZPF 0_B** zone protégée contre les coups de foudre directs, mais où le champ électromagnétique total de foudre constitue la menace. Les réseaux internes peuvent être mis en danger par des chocs sous le courant partiel de la foudre.

Zones intérieures: (protégées contre les coups de foudre directs)

- ZPF 1** Zone où le courant de choc est limité par les interfaces de partage et d'isolement du courant et/ou par des parafoudres disposés aux frontières. Un écran spatial peut amortir le champ électromagnétique de foudre.
- ZPF 2..n** Zone où le courant de choc peut être encore limité par les interfaces de partage et d'isolement du courant et/ou par des parafoudres supplémentaires disposés aux frontières. Un écran spatial additionnel peut être utilisé pour amortir davantage le champ électromagnétique de foudre.

Dans le cas du bâtiment étudié avec une protection paratonnerre mais dont la structure ne peut être utilisée comme écran électromagnétique, le schéma applicable est donc le suivant



9.2 Parafoudres d'équipotentialité

La mise à la terre des réseaux entrants suivant la liste au chapitre 4.4 sera réalisée par des parafoudres de type 1 adaptés aux signaux.

Calcul du I_{imp} appliqué par pôle : $I_{imp} = (\text{courant de foudre assigné}/2) / \text{nombre de ligne entrante} / \text{nombre de pôles}$ avec :

- Courant assigné pour un niveau de protection N_{pl} : 200kA
- Nombre de lignes entrantes : au moins 5 seulement pour les lignes d'alimentation
- Nombre de pôle mini/ câble : 3 pour les lignes énergie

Le calcul donne donc les valeurs suivantes :

- **I_{imp} maxi : 6,66kA**

9.2.1 Lignes basse tension

L'application de la norme NFC 15100 impose une valeur limp minimale pour un parafoudre de type 1 installé sur le réseau BT de 12,5 kA.

Suivant la fiche technique GPF20_Fiche5_V1R0 il est défini que :

- la valeur mini limp sera 25kA
- la valeur mini In sera 10kA

lignes	type	Tension/ Nb de pôles	Régime de neutre	Icc	I imp/pôle	In (si demande type 2)	Uc	Up	Localisation
BTxx (suivant paragraphe 4.4)	Type 1+2	400V/2 à 4	TT ou TN	<25kA	25kA	10kA	255V	2,5kV (si type 1 seul) Ou 1,5kV si type 1+2	A la pénétration dans le bâtiment ou à la première connexion

Avec

- limp : courant impulsionnel en onde 10/350µs
- In : Courant nominal de décharge en onde 8/20µs
- Up : Niveau de protection à In
- Icc : Courant de court circuit
- Uc : tension maximale de régime permanent

Remarques :

- Pour les câbles pénétrant au niveau de la tour, il sera privilégié une protection à la pénétration dans le bâtiment pour éviter la propagation des courants de foudre à l'intérieur du bâtiment.

Protections associées aux parafoudres de type 1

La définition des calibres des fusibles déconnecteurs associés aux parafoudres de type 1 des lignes BT sera réalisée, soit selon les valeurs du tableau de la note Qualifoudre (14 03 2023) reportées ci-dessous, soit selon les caractéristiques données par le fabricant des parafoudres et/ou des fusibles, en fonction des tests réalisés et validant cette association :

Capacités de tenue des fusibles gG en fonction des essais de fonctionnement et des essais supplémentaires de fonctionnement en charge		
Courant assigné du fusible (en A)	In maximal pour parafoudre Type 2 (en kA)	Iimp maximal pour parafoudre Type 1 (en kA)
8	1,2	0,3
10	1,5	0,3
12	2,1	0,5
16	3,1	0,7
20	4,6	1,0
25	6,4	1,4
32	9,9	2,2
40	12,5	2,8
50	15	3,4
63	19	4,2
80	25	5,6
100	33	7,3
125	42	9,6
160	57	13
200	72	16
224	83	19
250	96	22
315	123	28
400	157	35
500	200	45
630	267	60

RECAPITULATIF pour les lignes basse tension bat technique

Ligne	Type	Tension/ Nb de pôles	Régime de neutre	Icc	Util	Protection à mettre en place
HT/BT 1 Transfo 630kVA	BT	400V / 3P	TN	<50kA	Alimentation ICA1	Parafoudre existant sur le transformateur qui va être supprimé
HT/BT 2 Transfo 250kVA	BT	400V / 3P	TN	<50kA	Alimentation ANA 1	Parafoudre existant sur le transformateur Peut être conservé. Vérifier que la protection amont est conforme à la prescription fabricant
HT/BT 3 Transfo 250kVA	BT	400V / 3P	TN	<50kA	Alimentation ANA 2	Parafoudre existant sur le transformateur Peut être conservé. Vérifier que la protection amont est conforme à la prescription fabricant
BT ENEDIS 1 Nouveui	BT	400V / 4P	TT puis TN après transformateur	<25kA	Alimentation ICA 1 ADL	Mise en place un parafoudre type 1 adapté au réseau en tête de l'installation.
BT ENEDIS 2 Nouveau	BT	400V / 4P	TT puis TN après transformateur	<25kA	Alimentation ANA 1	Mise en place un parafoudre type 1 adapté au réseau en tête de l'installation.
BT ENEDIS 3 Nouveau	BT	400V / 4P	TT puis TN après transformateur	<25kA	Alimentation TGBT nouveau et ANA 2	Mise en place un parafoudre type 1 adapté au réseau en tête de l'installation.
Local télécom 2	BT	A confirmer	A confirmer	A conf	Lignes Cfo venant de l'extérieur	Mise en place de parafoudres de type 1 adaptés aux réseaux sur les lignes concernées
TG ICA 1 local E6P7 alimentation extérieurs (ADL)	BT	400V / 4P	TN	<25kA	Départs spécifiques ADL	Mise en place de parafoudres de type 1 adaptés aux réseaux sur les lignes concernées
Coffret Sous Sol	BT	400V / 4P	TN	<25kA	Départ garage ILS	Mise en place de parafoudres de type 1 adapté sur ce réseau à la pénétration dans le bâtiment
Liaisons BT vers bureaux	BT	400V / 4P	TN	<25kA	Lignes vers bureaux	Mise en place de parafoudres de type 1 adapté aux réseaux sur les lignes concernées
Liaisons BT vers Pompiers	BT	400V / 4P	TN	<25kA	Lignes vers pompiers	Mise en place de parafoudres de type 1 adapté aux réseaux sur les lignes concernées
Liaisons BT depuis la toiture	BT	230V mono ou 400V tri	TN	<25kA	Lignes BT pénétrant depuis la toiture	Mise en place de parafoudres de type 1 adapté aux réseaux sur les lignes concernées
Liaisons BT depuis vigie désaffectée	BT	230V mono ou 400V tri	TN	<25kA	Lignes depuis la vigie désaffectée	Voir remarque ci dessous
Liaisons BT vers tour de ctrl	BT	230V mono ou 400V tri	TN ou IT	<25kA		Identification à confirmer

RECAPITULATIF pour la tour de ctrl

Ligne	Type	Tension/ Nb de pôles	Régime de neutre	Icc	Util	Protection à mettre en place
Liaisons BT depuis le bâtiment technique	BT	230V mono ou 400V tri	TN ou IT	<25kA	Alimentations	Identification à confirmer Voir remarque ci dessous
Balilage	BT	A confirmer	SO	SO	1 ligne alim balilage	Le parafoudre existant devra être remplacé par un parafoudre de type 1+2 adapté au signal Il sera placé sur la ligne pénétrant dans la structure.
Alims Clim au pied de la tour	BT	A confirmer	SO	SO		Identification à confirmer Les alimentations pourront être protégées par un parafoudre de type 2 (équipements non impactables)

Remarque concernant les lignes BT issues de la vigie désaffectée en toiture du bâtiment technique :

De nombreuses lignes sont présentes reliant la vigie en toiture. Ces lignes pénètrent dans le bâtiment technique au niveau de la toiture créant ainsi des chemins possibles pour la pénétration des perturbations.

Il est préconisé de déposer les câbles non utilisés, ou de les connecter à la terre à chaque extrémité.

Pour les câbles qui seraient encore connectés, une équipotentialité par parafoudre est préconisée.

Remarque concernant les lignes BT connectées entre les deux structures bâtiment technique et la tour de contrôle.

Une partie des lignes transites dans la gaine technique en sous sol, dans des chemins de câbles métalliques avec conducteur de terre réduisant la surface de boucle.

Il peut ainsi être considéré pour ces lignes la présence d'une zone de protection foudre étendue évitant la mise en place de parafoudre d'équipotentialité à l'entrée de la structure.

Extrait de la norme NF EN 62305-4 :

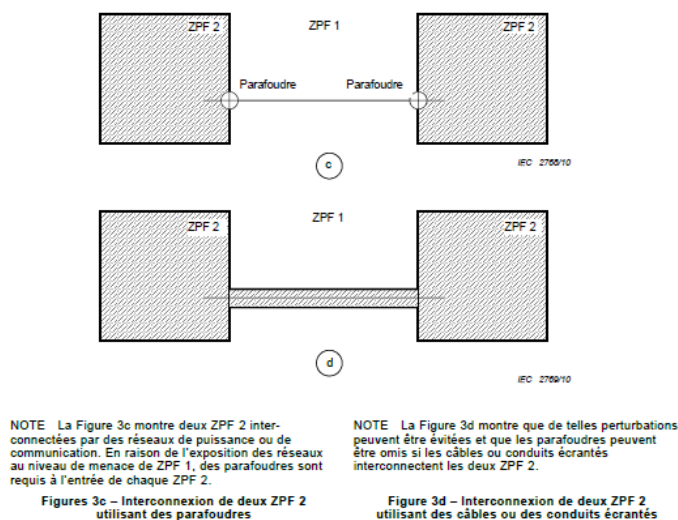


Figure 3 – Exemples de ZPF interconnectées

Toutefois, une partie des lignes transitent dans des canalisations non métalliques et dans la terre.

Il est préconisé pour ces lignes d'étudier dans une étude spécifique les besoins en protection de chaque ligne en fonction de son écrantage (si existant) et de son utilisation afin de définir si des protections complémentaires doivent être rajoutées.

9.2.2 Lignes courants faibles

La norme NEN62305-1 donne pour les réseaux courants faibles un limp de 2kA en niveau de protection 1 et 2 et 1kA en niveau de protections 3 et 4. Les parafoudres courants faibles seront donc dimensionnés pour accepter un courant limp minimal de 2kA.

lignes	type	Tension ou signal / Nb de pôles	I imp/pôle	In	Up	Localisation
DATAxx (suivant paragraphe 4.4)	Type 1	A adapter	2 kA	2kA	A adapter au signal	A la pénétration dans le bâtiment ou à la première connexion
RESxx (suivant paragraphe 4.4)	Type 1	A adapter	2 kA	2kA	A adapter au signal	A la pénétration dans le bâtiment ou à la première connexion
ANTENNE ou COAXxx (suivant paragraphe 4.4)	Type 1	A adapter	2 kA	2kA	A adapter au signal	A la pénétration dans le bâtiment ou à la première connexion

Avec

- limp : courant impulsionnel en onde 10/350µs
- In : Courant nominal de décharge en onde 8/20µs
- Up : Niveau de protection à In

RECAPITULATIF pour les lignes Cfa bat technique

Ligne	Type	Tension/ Nb de pôles	Régime de neutre	Icc	Util	Protection à mettre en place
Local télécom 1	Cfa	A confirmer	-	-	Arrivée lignes télécom cuivre	2 ou 3 câbles identifiés (à confirmer) Mise en place de parafoudres type 1 adaptés au signal sur chacune des lignes utilisées.
Local télécom 2	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO	Lignes Cfa venant de l'extérieur	Identification à confirmer (y compris caméras) Mise en place de parafoudres type 1 adaptés au signal sur chacune des lignes utilisées.
Local télécom 2	FO	SO	SO	SO	Lignes fibre optique venant de l'extérieur	Sans objet
Liaisons Cfa vers bureaux	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO	Lignes Cfa connectées aux bureaux	Identification à confirmer Mise en place de parafoudres type 1 adaptés au signal sur chacune des lignes utilisées.
Liaisons Cfa vers pompiers	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO	Lignes Cfa connectées au bât des pompiers	Identification à confirmer Mise en place de parafoudres type 1 adaptés au signal sur chacune des lignes utilisées.
Liaisons coax vers pompiers	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO	Ligne coax circulant en toiture	Identification à confirmer Mise en place de parafoudres type 1 adaptés au signal.
Liaisons Cfa depuis la toiture	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO	Lignes Cfa pénétrant depuis la toiture	Identification à confirmer Mise en place de parafoudres type 1 adaptés au signal sur chacune des lignes utilisées.
Liaisons Cfa depuis vigie désaffectée	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO	Lignes depuis la vigie désaffectée	Voir remarque ci dessus
Liaisons Cfa vers la tour de ctrl	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO		Voir remarque ci dessus

RECAPITULATIF pour la tour de ctrl

Ligne	Type	Tension/ Nb de pôles	Régime de neutre	Icc	Util	Protection à mettre en place
Liaisons Cfa depuis le bâtiment technique	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO		Voir remarque ci dessus
Liaisons antennes en toiture	Cfa	A confirmer	A confirmer	SO		Identification à confirmer Mise en place de parafoudres type 1 adaptés au signal sur chacune des lignes utilisées. Valider le bon raccordement du kit de mise à la terre du blindage en toiture pour les coaxiaux. Mise en conformité des protection Ethernet dans le coffret en toiture (mise à la terre du parafoudre à rendre effective).

9.3 Protection des alimentations des équipements sensibles

Pour l'alimentation des équipements sensibles, des protections complémentaires doivent être installées, en cascade derrière les protection type 1.

Le rôle de ces protections est d'atténuer les surtensions générées par l'onde de foudre et la ramener à un niveau que peut accepter l'appareil à protéger.

Les prescriptions à respecter seront pour ces protections :

Avoir une tension permanente d'utilisation U_c adaptée au réseau : 255Vmini pour réseau 400V tri+N TT ou TN et 440Vmini pour réseau 400V tri+ N régime IT.

Avoir une tension résiduelle adaptée à l'appareil à protéger : $\leq 1,5\text{kV}$ dans la majorité des cas

Supporter un courant de foudre (onde 8/20) de 10kA mini (suivant GPF20 fiche N°5)

Le positionnement des protections devra être réalisé de manière à ce qu'il soit situé à moins de 10m de câble de l'appareil, à protéger.

La section de câblage ainsi que la longueur des câbles seront en accord avec la norme NF EN 62305-4 et le guide UT 15 443

Les parafoudres type 2 seront choisis pour être coordonnés énergétiquement aux parafoudres de type 1 en amont

9.3.1 Rescriptions pour les protections existantes salles énergie

Ligne	Réseau	Icc	Util	Protection à mettre en place
LOCAL NRJA TG OND A	Réseau tri 400V+N IT	<25kA A confirmer	En tête du coffret	Produit adapté au réseau. Déconnecteur conforme aux prescriptions fabricant Conformité longueur des câbles à confirmer. Non coordonné au type 1 en amont, mais réseau différent car installé derrière un onduleur. Appareil pouvant être conservé
LOCAL NRJA TG ANA1 Alim depuis TGBT ICA 1	Réseau tri 400V+N TNS	<25kA A confirmer	En tête du coffret	Produit adapté au réseau. Déconnecteur non conforme aux prescriptions fabricant Conformité longueur des câbles à confirmer. Non coordonné au type 1 en amont, Appareil à remplacer par un modèle coordonné au parafoudre en tête de l'installation avec déconnecteur adapté aux prescriptions du fabricant
LOCAL NRJA TG ANA1 Alim depuis TGBT ANA 1	Réseau tri 400V+N TNS	<25kA A confirmer	En tête du coffret	Produit adapté au réseau. Déconnecteur non conforme aux prescriptions fabricant Conformité longueur des câbles à confirmer. Non coordonné au type 1 en amont, Appareil à remplacer par un modèle coordonné au parafoudre en tête de l'installation avec déconnecteur adapté aux prescriptions du fabricant
LOCAL NRJB TG OND B	Réseau tri 400V+N IT	<25kA A confirmer	En tête du coffret	Produit adapté au réseau. Déconnecteur conforme aux prescriptions fabricant Conformité longueur des câbles à confirmer. Non coordonné au type 1 en amont, mais réseau différent car installé derrière un onduleur. Appareil pouvant être conservé
LOCAL NRJB TG ANA2 Alim depuis TGBT ICA 1	Réseau tri 400V+N TNS	<25kA A confirmer	En tête du coffret	Produit adapté au réseau. Déconnecteur non conforme aux prescriptions fabricant Conformité longueur des câbles à confirmer. Non coordonné au type 1 en amont, Appareil à remplacer par un modèle coordonné au parafoudre en tête de l'installation avec déconnecteur adapté aux prescriptions du fabricant
LOCAL NRJB TG ANA2 Alim depuis TGBT ANA 1	Réseau tri 400V+N TNS	<25kA A confirmer	En tête du coffret	Produit adapté au réseau. Déconnecteur non conforme aux prescriptions fabricant Conformité longueur des câbles à confirmer. Non coordonné au type 1 en amont, Appareil à remplacer par un modèle coordonné au parafoudre en tête de l'installation avec déconnecteur adapté aux prescriptions du fabricant

type	report de signalisation	nombre de pôles	largeur en pas de 9 mm	tension nominale du réseau Un (V)	courant court-circuit Icc (kA)	courant maximal de décharge I _{max} (kA)	courant nominal de décharge I _n (kA)	niveau de protection en tension Up (kV)			tension maximale de régime permanent Uc (V)			références	
								MC(1)	N/⊕	MD(2)	MC(1)	N/⊕	MD(2)		
parafoudres pour schémas de liaison à la terre TT, TNC et TNS															
iPRD65	■	1P+N	4	230	25	65	20	-	1,5	1,5	-	260	350	A9L65501	
		3P	6	230/400	25	65	20	1,5	-	-	350	-	-	A9L65301	
		3P+N	8	230/400	25	65	20	-	1,5	1,5	-	260	350	A9L65601	
iPRD40	■	1P+N	4	230	15	40	15	-	1,4	1,6	-	260	350	A9L40501	
		3P	6	230/400	15	40	15	1,6	-	-	350	-	-	A9L40301	
		3P+N	8	230/400	15	40	15	-	1,4	1,6	-	260	350	A9L40601	
iPRD20	■	1P+N	4	230	15	20	5	-	1,4	1,25	-	260	350	A9L20501	
		-	3P	6	230/400	15	20	5	1,25	-	-	350	-	-	A9L20300
		3P+N	8	230/400	15	20	5	-	1,4	1,25	-	260	350	A9L20601	
iPRD8	■	1P+N	4	230	15	8	2,5	-	1,4/1	1,15/1,2	-	260	350	A9L08501	
		-	3P	6	230/400	15	8	2,5	1,15/1,2	-	350	-	-	A9L08300	
		3P+N	8	230/400	15	8	2,5	-	1,4/1	1,15/1,2	-	260	350	A9L08601	
parafoudres pour schémas de liaison à la terre IT															
iPRD65r		1P	2	230/400	25	65	20	2	-	-	460	-	-	A9L16555	
		3P (3)	6	230/400	25	65	20	2	-	-	460	-	-	A9L16558	
iPRD40r		3P	6	230/400	15	40	15	2	-	-	460	-	-	A9L16563	
		4P	8	230/400	15	40	15	2	2	-	460	460	-	A9L16597	
iPRD20r		3P	6	230/400	15	20	5	1,6	-	-	460	-	-	A9L16573	
		4P	8	230/400	15	20	5	1,6	1,6	-	460	460	-	A9L16599	
iPRD8r (type 3)		3P	6	230/400	15	8	2,5	1,4/1,6	-	-	460	-	-	A9L16578	
		4P	8	230/400	15	8	2,5	1,4/1,6	1,4/1,6	-	460	460	-	A9L16678	
cartouches de rechange pour iPRD (1P) (4)															
C65-440		pour iPRD65r IT				A9L16682	C20-350		pour iPRD20r				A9L20102		
C65-350		pour iPRD65r				A9L65102	C8-460		pour iPRD8r IT				A9L16688		
C40-460		pour iPRD40r IT				A9L16684	C8-350		pour iPRD8r				A9L08102		
C40-350		pour iPRD40r				A9L40102	C neutral		pour tous produits				A9L00002		
C20-460		pour iPRD20r IT				A9L16686	-								
choix du dispositif de déconnexion en fonction du courant de court-circuit au point d'installation (Icc)															
PRD65r		1P+N		0... 10 kA			10... 15 kA			15... 25 kA					
		iC60N		A9F77250		iC60H		A9F87250		NG125N			voir chorus		
		3P		A9F77350		50 A		A9F87350		50 A			18638		
PRD40r		3P+N		A9F77450		courbe C		A9F87450		courbe C			18655		
		1P+N		A9F77240		iC60H		A9F87240		pour ces valeurs d'Icc					
		3P		A9F77340		40 A		A9F87340		se reporter à la gamme iQuick PRD					
PRD20r		3P+N		A9F77440		courbe C		A9F87440							
		1P+N		A9F77225		iC60H		A9F87225		pour ces valeurs d'Icc					
		3P		A9F77325		25 A		A9F87325		se reporter à la gamme iQuick PRD					
PRD8r		3P+N		A9F77425		courbe C		A9F87425							
		1P+N		A9F77220		iC60H		A9F87220		pour ces valeurs d'Icc					
		3P		A9F77320		20 A		A9F87320		se reporter à la gamme iQuick PRD					
		3P+N		A9F77420		courbe C		A9F87420							

(1) MC : mode commun (entre phase / terre et neutre / terre). (2) MD : mode différentiel (entre phase et neutre). (3) Pour un réseau 4P IT, associer un parafoudre 1P réf. A9L16555 et un parafoudre 3P réf. A9L16558.
(4) Pour cartouches iPRD ancienne gamme, contacter Chorus.

9.3.2 Prescriptions pour les autres équipements sensibles

Une étude complémentaire sera nécessaire afin de définir la liste des autres équipements qui seraient à prendre en compte, la définition et la localisation des protections.

- Pour les salles techniques
- Pour les équipements sensibles liés à la sécurité des personnes (centrale SSI, ...)
- Autres (informatique bureautique, ...)

9.4 Protection des signaux courant faible

9.4.1 Les signaux issus des antennes

Câbles coaxiaux :

Il sera pris en compte les prescriptions de la spécification DGAC GPF20 fiche N°6 (V1R0) pour :

- La mise en œuvre des câbles et leur cheminement
- Mise à la terre des blindages
- Protections parafoudre

Câbles spécifiques (antennes HF, ...)

Application des principes pour la protection des alimentations et des signaux

- La mise en œuvre des câbles et leur cheminement
- Mise à la terre des blindages
- Protections parafoudre spécifiques pour les alimentations et les signaux

Des travaux sont prévoir au niveau de la tour de contrôle afin de mettre en conformité les installations existantes avec les prescriptions de la spécification DGAC GPF20 fiche N°6 (V1R0).

9.4.2 Les autres signaux

Une étude spécifique doit être réalisée pour la prise en compte des signaux courants faible afin de choisir la meilleure protection adaptée à l'environnement et l'utilisation.

Les principes suivants seront pris en compte

- La mise en œuvre des câbles et leur cheminement
- Mise à la terre des blindages
- Protections parafoudre spécifiques pour les alimentations et les signaux

Précautions à prendre concernant les risques contre la tension de contact et de pas :

Rappel des prescriptions de la norme NF EN 62305-3

8.1 Mesures de protection contre les tensions de contact

Dans certaines conditions, la proximité des conducteurs de descente avec un SPF peut être dangereuse même si le SPF a été conçu et construit conformément aux exigences susmentionnées.

Le danger est réduit à un niveau tolérable si l'une des conditions suivantes est satisfaite:

- a) dans les conditions normales de fonctionnement, personne ne se trouve à moins de 3 m des conducteurs de descente;
- b) un réseau d'au moins 10 conducteurs de descente conformes à 5.3.5 est utilisé;
- c) la résistance de contact de la couche de surface du sol, jusqu'à 3 m du conducteur de descente, n'est pas inférieure à 100 k Ω .

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

Si aucune de ces conditions n'est satisfaite, des mesures de protection doivent être prises contre les blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact de la manière suivante:

- l'isolation du conducteur de descente exposée est assurée pour une tension de tenue aux chocs de 100 kV, 1,2/50 μ s, par exemple, par du polyéthylène réticulé d'une épaisseur minimale de 3 mm;
- des restrictions physiques et/ou des pancartes d'avertissement afin de minimiser la probabilité de contact avec les conducteurs de descente.

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

8.2 Mesures de protection contre les tensions de pas

Dans certaines conditions, la proximité des conducteurs de descente peut être dangereuse même si le SPF a été conçu et construit conformément aux règles susmentionnées.

Le danger est réduit à un niveau tolérable si l'une des conditions suivantes est satisfaite:

- a) dans les conditions normales de fonctionnement, personne ne se trouve à moins de 3 m des conducteurs de descente;
- b) un réseau d'au moins 10 conducteurs de descente conformes à 5.3.5 est utilisé;
- c) la résistance de contact de la couche de surface du sol, jusqu'à 3 m du conducteur de descente, n'est pas inférieure à 100 k Ω .

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

Si aucune de ces conditions n'est satisfaite, des mesures de protection doivent être prises contre les blessures d'êtres vivants dues aux tensions de pas de la manière suivante:

- équipotentialité au moyen d'un réseau de prises de terre maillé;
- des restrictions physiques et/ou des pancartes d'avertissement afin de minimiser la probabilité d'accès à la zone dangereuse, à une distance de 3 m du conducteur de descente.

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

Application à l'installation pour le bâtiment technique :

L'installation comprend plus de 10 conducteurs de descente réduisant à un niveau acceptable le risque lié à la tension de contact et de pas.

On notera tout de même la présence de deux conducteurs de descente positionnés particulièrement près de portes d'accès au bâtiment.

Le remplacement de ces 2 conducteurs par un bas de descente isolé conforme aux exigences de la norme permettrait de renforcer la protection des personnes.



N° 14



N°7

Application à l'installation pour la tour de contrôle :

L'installation comprend 4 conducteurs de descente

Pour le risque de la tension de contact, une disposition a été prise pour le conducteur de descente à proximité de l'escalier par la mise en place d'un bas de descente isolé.

Pour les trois autres conducteurs de descente, la mise en place d'une pancarte d'avertissement indiquant de se tenir au minimum à une distance de 3m du conducteur de descente doit être installée.

Pour le risque de la tension de pas :

La descente au pied de l'escalier possède une zone en graviers

Pour les 3 autres descentes le sol est en asphalte.

Il n'est donc pas préconisé de dispositions complémentaires.

Dispositions complémentaires

Une procédure interdisant les opérations dangereuses durant les périodes orageuses doit être mise en place :

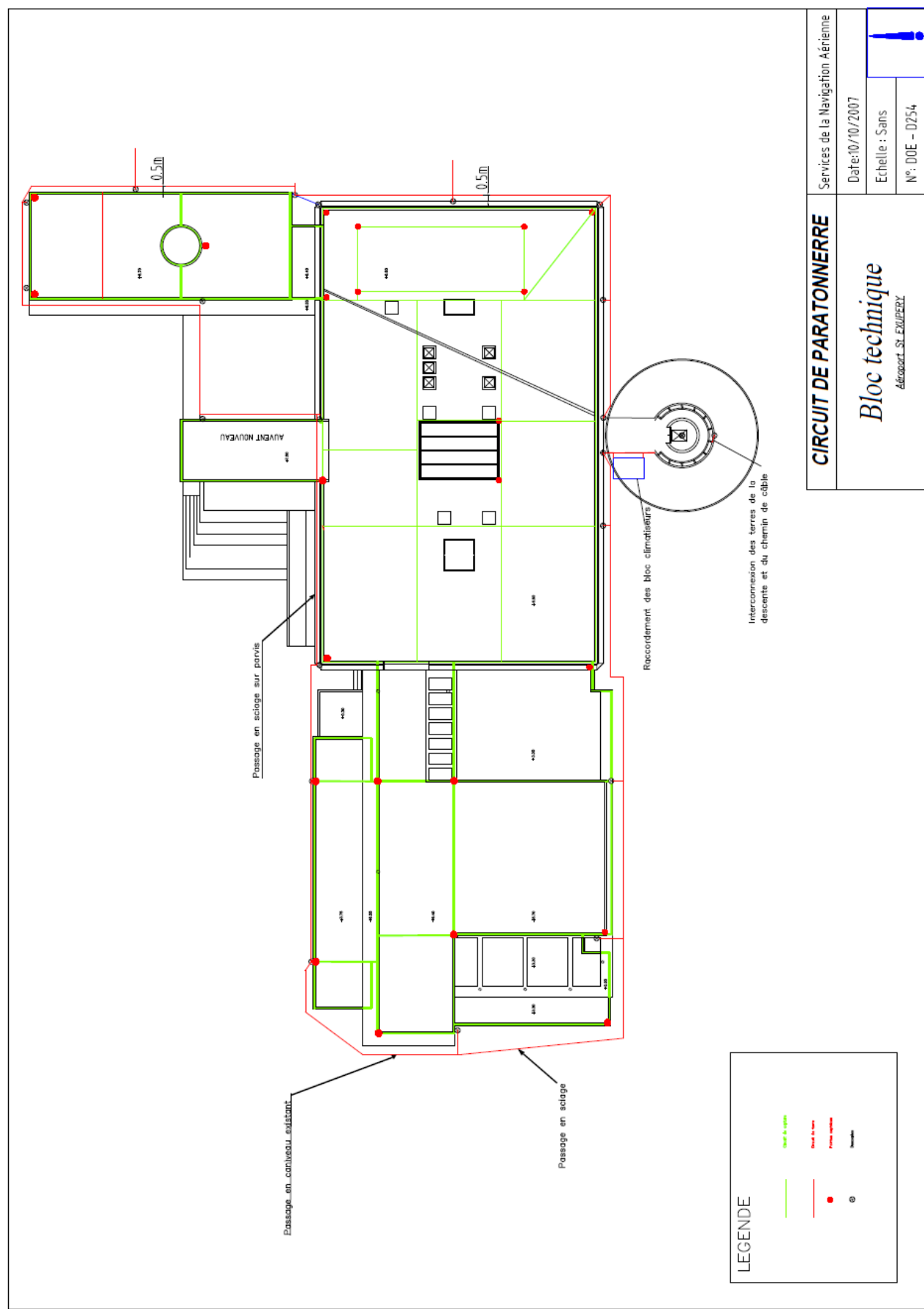
- Limitation des Travaux extérieurs
- Interdiction des accès en toitures
- Interdiction des Travaux sur les réseaux courants forts ou courants faibles
- Interdiction d'accès à la station de carburant

Ces dispositions devront être prise en compte dans les procédures d'exploitation et de maintenance du site.

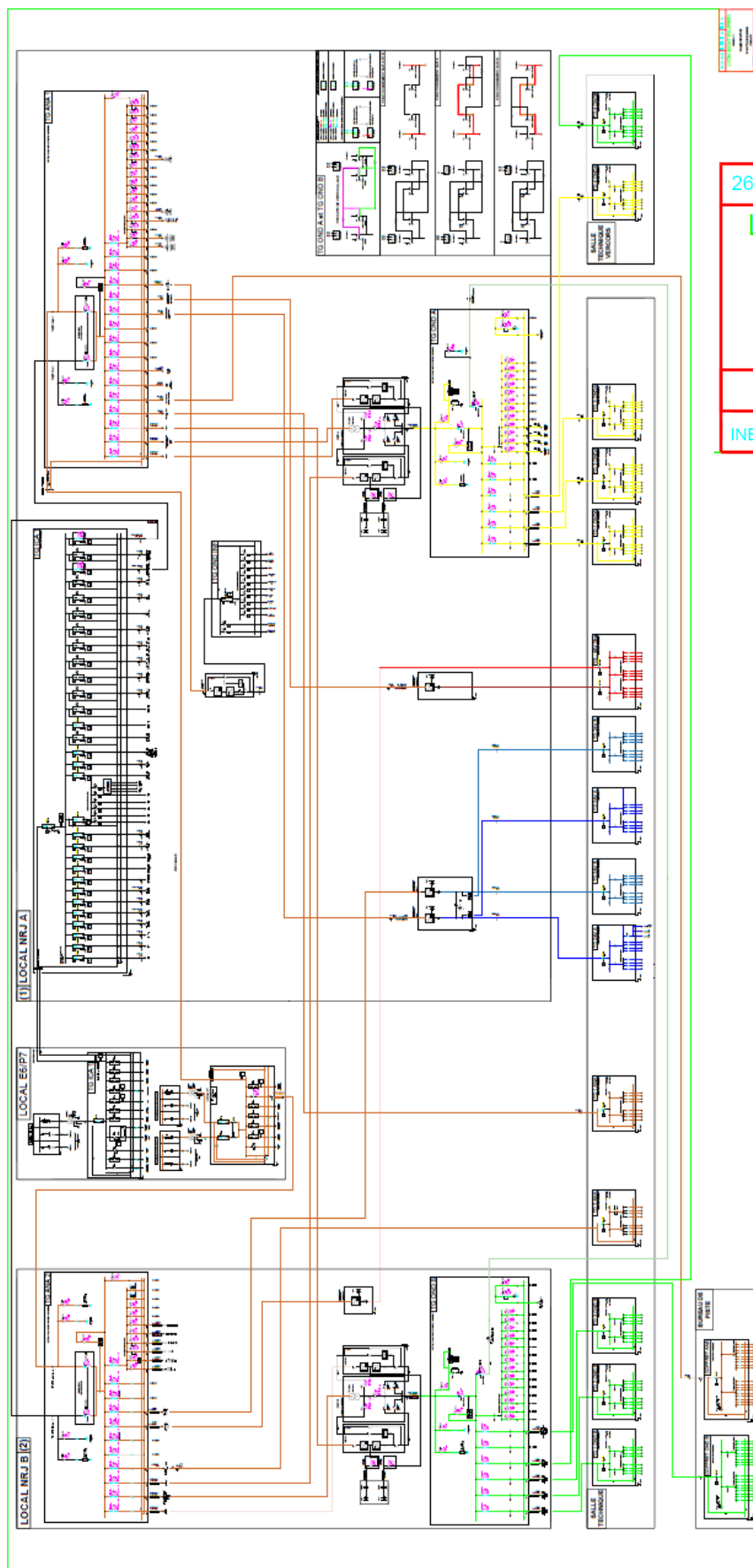
Les dispositions complémentaires suivantes sont conseillées.

La formation du personnel et les exercices de lutte contre l'incendie devront être suivis. Les accès en toiture feront l'objet de consignes à intégrer dans les plans de prévention et panneaux d'avertissement au droit des accès en toiture.

11 ANNEXE 1 : PLAN EXISTANT SYSTEME DE PROTECTION Foudre

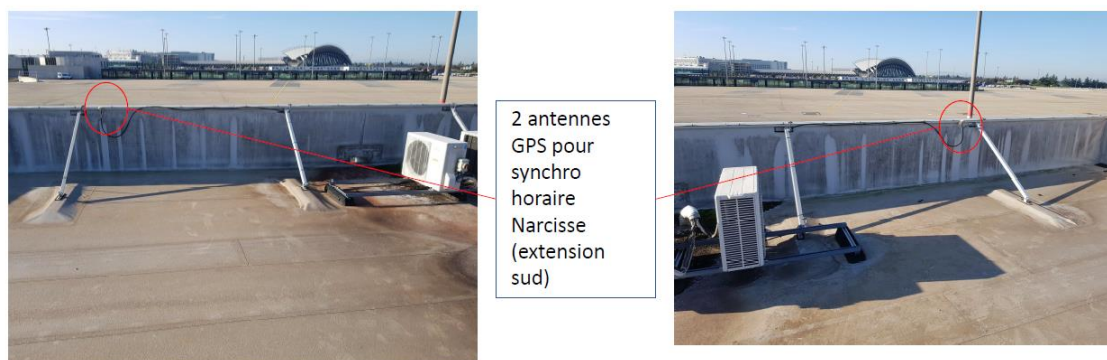
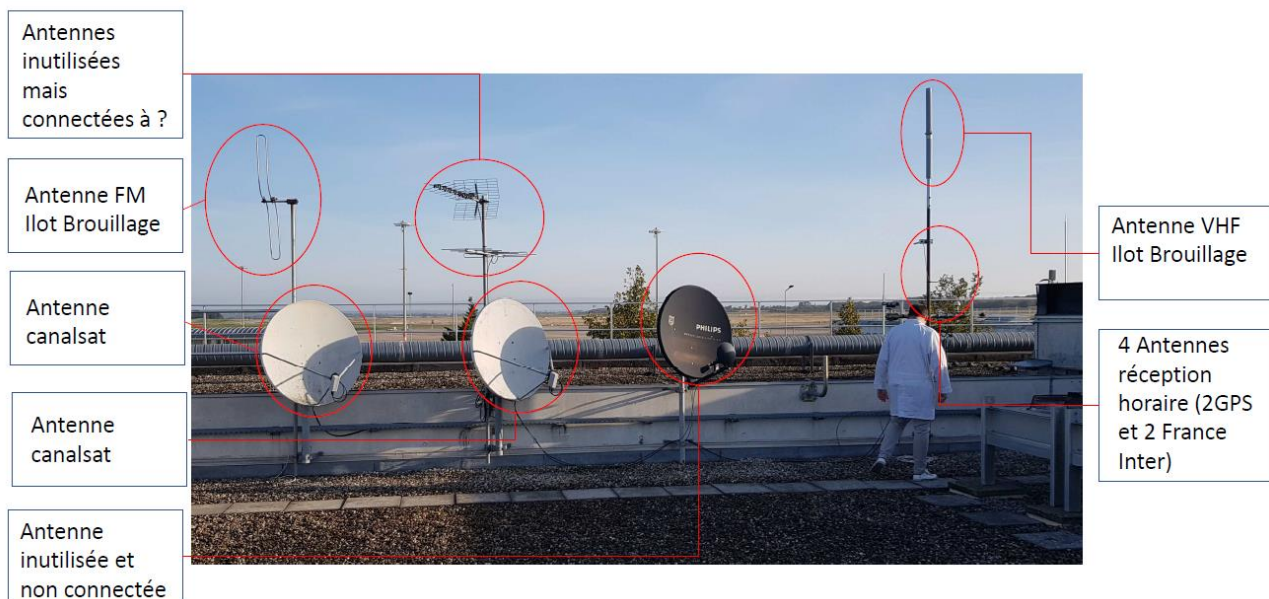


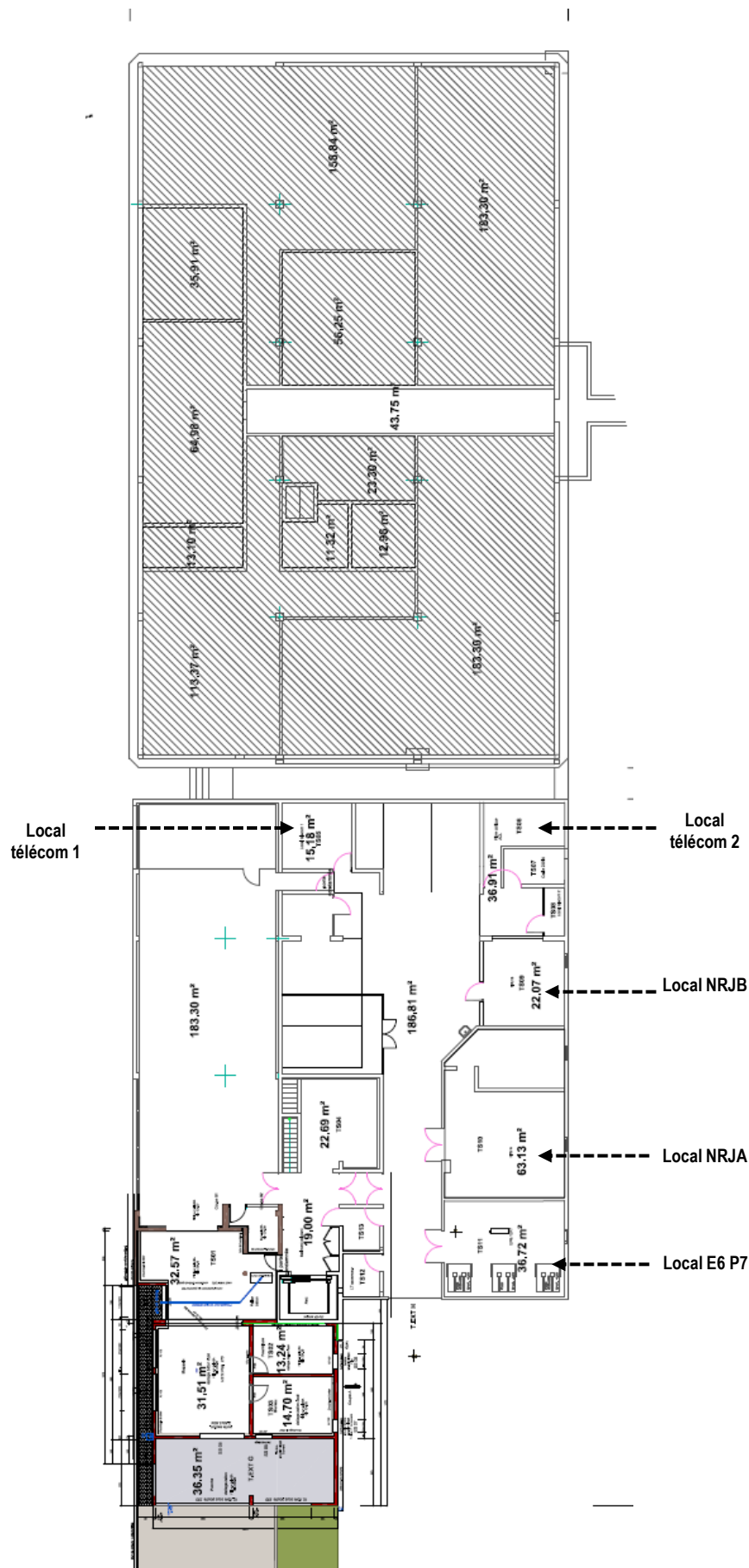
12 ANNEXE 2 PLAN UNIFILAIRE DISTRIBUTION ELECTRIQUE



26-02-2020	INDICE : 7	Ech : 1
LYON SAINT EXUPERY		
NIVEAU -1		
PHASE DEFINITIVE		
SYNOPTIQUE ENERGIE		
CABLAGE		
<div> <div>INEO</div> <div>DSNA- DTI N° :</div> </div>		
INEO ES N°AES2 14 015/211		FOL : 1

13 ANNEXE 3 : ANTENNES BATIMENT TECHNIQUE





15 ANNEXE 5 : SPECIFICATIONS DES MATERIELS

15.1 Protection effets directs

Les composants seront conformes aux normes des séries NF EN62561- x complétées par les spécifications particulières des guides DGAC en référence.

L'installation sera conforme à la norme NF EN 62305-3 complétée par les spécifications particulières des guides DGAC en référence.

15.2 Protection effets indirects

Les composants pour la réalisation des réseaux de masse intérieurs seront conformes aux normes NF EN 62305-3 et spécifications particulières des guides DGAC en référence.

Les parafoudres devront être conformes à la norme EN61643-11.

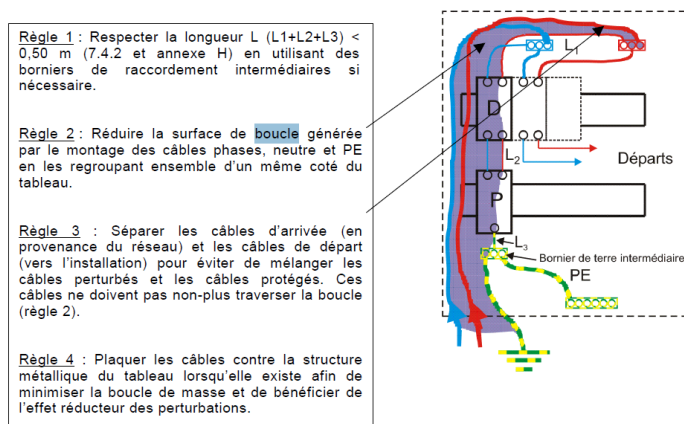
La coordination type 1-type 2 devra être assurée pour l'ensemble de la configuration.

Le choix du déconnecteurs devra être choisi en tenant compte :

- De la tenue à l'icc suivant sa position.
- Des contraintes éventuelles de continuité de service.
- De la tenue au courant de foudre suivant les valeurs déterminées dans l'étude.

La section des fils ne sera pas inférieure à 10mm²

La règle des 50 cm sera respecté :



Extrait du guide
C15 443

16 ANNEXE 6 : MAINTENANCE DU DISPOSITIF DE PROTECTION

Il sera appliqué les prescriptions de la fiche technique GPF20 fiche N°7 (V1R0)

En complément : Extrait de la norme NF EN 62305-3 :

7 Maintenance et inspection d'un SPF

7.1 Généralités

L'efficacité de tout SPF dépend de ses méthodes d'installation, de maintenance et d'essai utilisées.

Les inspections, essais et opérations de maintenance ne doivent pas être effectués pendant la menace d'orages.

NOTE Des informations détaillées concernant l'inspection et la maintenance d'un SPF sont fournies à l'Article E.7.

7.2 Application des inspections

Les inspections ont pour objet de s'assurer que

- le système de protection contre la foudre est conforme à la conception basée sur la présente norme,
- tous les composants du système de protection contre la foudre sont en bon état et capables d'assurer les fonctions pour lesquelles ils ont été conçus, et qu'il n'y a pas de corrosion,
- tous les services ou toutes les constructions récemment ajouté(e)s sont intégré(e)s dans le SPF.

7.3 Ordre des inspections

Il convient de réaliser les inspections conformément à 7.2 comme suit:

- pendant la construction de la structure, afin de contrôler les électrodes enterrées;
- après l'installation du SPF;
- périodiquement, avec des intervalles déterminés en fonction de la nature de la structure à protéger, c'est-à-dire des problèmes de corrosion et de la classe de SPF;
- après des modifications ou des réparations, ou lorsqu'il est notoire que la structure a été frappée par la foudre.

Lors des inspections périodiques, il est particulièrement important de vérifier les points suivants:

- la détérioration et la corrosion des éléments des dispositifs de capture, des conducteurs et des connexions;
- la corrosion des électrodes de terre;
- la valeur de résistance de terre applicable au réseau de prises de terre;
- l'état des connexions, de la liaison équipotentielle et des fixations.

7.4 Maintenance

Des inspections régulières constituent le principe même d'une maintenance fiable d'un système de protection contre la foudre. Le propriétaire du ou des biens concernés doit être informé de tous les défauts constatés, qui doivent être réparés sans retard.

17 ANNEXE 7 : MESURES DE PREVENTION

Des mesures de prévention seront prises pour la protection des personnes :

- Prévention des risques contre la tension de contact et de pas. Mise en place de pancartes au niveau de chaque descente indiquant la présence des prises de terre paratonnerre et préconisant de se tenir à 3m minimum en temps d'orage.
- Formation des personnels aux risques dues à la tension de contact et de pas ainsi que pour interdire les accès aux toitures en temps d'orage.

Extrait de la norme NF EN 62305-3

8 Mesures de protection contre les blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas

8.1 Mesures de protection contre les tensions de contact

Dans certaines conditions, la proximité des conducteurs de descente avec un SPF peut être dangereuse même si le SPF a été conçu et construit conformément aux exigences susmentionnées.

Le danger est réduit à un niveau tolérable si l'une des conditions suivantes est satisfaite:

- a) dans les conditions normales de fonctionnement, personne ne se trouve à moins de 3 m des conducteurs de descente;
- b) un réseau d'au moins 10 conducteurs de descente conformes à 5.3.5 est utilisé;
- c) la résistance de contact de la couche de surface du sol, jusqu'à 3 m du conducteur de descente, n'est pas inférieure à 100 k Ω .

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

Si aucune de ces conditions n'est satisfaite, des mesures de protection doivent être prises contre les blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact de la manière suivante:

- l'isolation du conducteur de descente exposée est assurée pour une tension de tenue aux chocs de 100 kV, 1,2/50 μ s, par exemple, par du polyéthylène réticulé d'une épaisseur minimale de 3 mm;
- des restrictions physiques et/ou des pancartes d'avertissement afin de minimiser la probabilité de contact avec les conducteurs de descente.

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

8.2 Mesures de protection contre les tensions de pas

Dans certaines conditions, la proximité des conducteurs de descente peut être dangereuse même si le SPF a été conçu et construit conformément aux règles susmentionnées.

Le danger est réduit à un niveau tolérable si l'une des conditions suivantes est satisfaite:

- a) dans les conditions normales de fonctionnement, personne ne se trouve à moins de 3 m des conducteurs de descente;
- b) un réseau d'au moins 10 conducteurs de descente conformes à 5.3.5 est utilisé;
- c) la résistance de contact de la couche de surface du sol, jusqu'à 3 m du conducteur de descente, n'est pas inférieure à 100 k Ω .

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

Si aucune de ces conditions n'est satisfaite, des mesures de protection doivent être prises contre les blessures d'êtres vivants dues aux tensions de pas de la manière suivante:

- équipotentialité au moyen d'un réseau de prises de terre maillé;
- des restrictions physiques et/ou des pancartes d'avertissement afin de minimiser la probabilité d'accès à la zone dangereuse, à une distance de 3 m du conducteur de descente.

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

18 ANNEXE 8 : SPECIFICATION D'INSTALLATION

18.1 Qualification de l'installateur

L'installateur doit être reconnu comme organisme compétent et son personnel qualifié pour l'installation des systèmes de protection contre la foudre .

La qualification  permet de répondre à cette exigence.

18.2 Règles d'installation

Installation paratonnerre suivant la norme NF EN 62305.

Installation des parafoudres avec respect des normes NFEN 62305-4, 62305-3, NFEN 61643-12 et 2, NFC15100 et des spécifications du guide C15443.

Système de protection contre la foudre (SPF)

Installation complète utilisée pour réduire les dangers de dommages physiques dus aux coups de foudre directs sur une structure.

Densité de foudrolement (Ng)

Nombre de coups de foudre par km² par an. Cette valeur peut être obtenue auprès des réseaux de localisation des coups de foudre au sol.

Distance de séparation (ds)

Distance entre deux parties conductrices telle qu'aucun arc dangereux ne puisse apparaître

Niveau de protection contre la foudre (NPF ou Np)

Valeur liée à l'ensemble des paramètres du courant de foudre, indiquant la probabilité que les valeurs de conception maximales et minimales associées ne soient pas dépassées si la foudre apparaît de manière naturelle

Installation extérieure du système de protection contre la foudre (IEPF)

Partie de système de protection contre la foudre comprenant un dispositif de capture, des conducteurs de descente et une prise de terre

Installation intérieure du système de protection contre la foudre (IIPF)

Partie du SPF comprenant les liaisons équipotentielle de foudre, et/ou l'isolation électrique d'un SPF extérieur

Dispositif de capture

Partie de l'installation extérieure utilisant des éléments métalliques tels que tiges, mailles ou fils tendus, destinée à intercepter la foudre

Conducteur de descente

Partie de l'installation extérieure destinée à conduire le courant de foudre du dispositif de capture à la prise de terre

Joint de contrôle

Dispositif conçu et placé de manière à faciliter les essais et mesures électriques des éléments du système de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage

Prise de terre

Partie de l'installation extérieure destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre

Paratonnerre à dispositif d'amorçage (PDA)

Paratonnerre générant un amorçage de façon plus précoce qu'un paratonnerre à tige simple dans les mêmes conditions.

Composant "naturel" de l'installation de protection contre la foudre

Composant non installé spécifiquement à cet effet, mais pouvant être utilisé en complément à la mise en œuvre du SPF et pouvant parfois remplir la fonction d'une ou de plusieurs parties du SPF

Liaison équipotentielle de foudre

Interconnexion du SPF aux parties conductrices d'une installation par des connexions directes ou par des parafoudres réduisant les différences de potentiel engendrées par le courant de foudre

Parafoudre (SPD - Surge Protection Device)

Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à évacuer les courants de foudre. Il comprend au moins un composant non linéaire

Protection par parafoudres coordonnés

Ensemble de parafoudres coordonnés choisis de manière appropriée et mis en œuvre pour la protection contre les chocs des réseaux de puissance et de communication

Parafoudre testé sous limp

Parafoudre résistant à un courant de foudre partiel d'onde typique 10/350 μ s nécessitant un courant correspondant d'essai de choc limp

Parafoudre testé sous In

Parafoudre testé sous parafoudre résistant à des courants de choc d'onde typique 8/20 μ s nécessitant un courant correspondant d'essai de choc In