

# Rapport d'avis technique



SABENA TECHNICS TLS  
Rue Clément Ader  
31700 CORNEBARRIEU

## PROTECTION CONTRE LA Foudre : ANALYSE DU RISQUE Foudre (ARF)

Nature de la mission : Analyse du besoin de protection contre la foudre selon les exigences de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

**SABENA TECHNICS TLS**  
**HALL PEINTURE AVION SA4**  
Rue Clément Ader  
31700 CORNEBARRIEU



Mission réalisée le 16/02/2018

Précision sur la mission :  
ARF réalisée selon les exigences liées à la certification F2C

**N° D'AFFAIRE : 1712E61B0000023**

**DESIGNATION : SABENA TECHNICS TLS – HALL PEINTURE AVION SA4**

**N° INTERVENTION : AT402180200000000159**

**DATE DU RAPPORT : 26/02/2018**

**REFERENCE DU RAPPORT : AT40218111**

Modèle de rapport - Version 5 de janvier 2018

**AGENCE ASSISTANCE TECHNIQUE ET DEVELOPPEMENT SUD OUEST**

3 rue Jean Rodier - BP 34012 - 31028 TOULOUSE CEDEX 4


Tél. : 05 61 16 49 72

Email : eric.arpizou@socotec.com

SOCOTEC France - S.A. au capital de 17 648 740 euros - 542 016 654 RCS Versailles - APE 7120B  
N° TVA intracommunautaire : FR77 542 016 654 - Siège social : Les Quadrants - 3 avenue du Centre CS  
20732 - Guyancourt 78182 St-Quentin-en-Yvelines Cedex - FRANCE - www.socotec.fr

**Intervenant : Eric ARPIZOU**

Nombre de page : 24

Rév.	Date	Nb pages	Nature de la modification	
A	16/02/2018	24	Version initiale du document	
B	26/02/2018	24	Corrections mineures	
C	1/03/2018	24	Corrections mineures	
			Rédaction	
Nom			Eric ARPIZOU	
Qualité			Spécialiste	
Date			1/03/2018	
Visa				

## AVANT PROPOS

Notre mission d'analyse du risque foudre concerne exclusivement les installations soumises à autorisation au titre de la législation des installations classées sur lesquelles une agression de la foudre est susceptible de porter gravement atteinte à l'environnement et à la sécurité des personnes, conformément à la section III, de l'arrêté du 4 octobre 2010 [1].

Les éléments retenus (structures et lignes) dans la présente ARF sont ceux en lien avec un danger identifié pour lequel la foudre est un événement initiateur ou aggravant. En conséquence, les autres éléments ne sont pas pris en compte dans l'évaluation normative [3].

Il appartient au destinataire de cette analyse de risque, de vérifier que l'ensemble des hypothèses prises en compte pour la réalisation des calculs de niveau de protection est juste et que la liste des dangers retenus est exhaustive.

### Limites de la prestation :

L'Analyse du Risque Foudre (ARF) est la première étape qui conduit à une protection contre les effets de la foudre d'une structure. Elle est suivie par une étude technique qui définit précisément les caractéristiques des protections foudres et leur modalité d'installation, et la notice de vérification et maintenance.

L'étude technique et la rédaction de la notice de vérification et maintenance ne font pas l'objet du présent rapport.

La vérification de la conformité des protections existantes sur le site n'est pas réalisée lors de la mission d'ARF.

## SOMMAIRE

OBJET DU RAPPORT .....	4
DOCUMENTS UTILISES pour l'analyse.....	4
METHODE D'ANALYSE .....	4
PRESENTATION DU SITE .....	5
1. Activité de l'établissement.....	5
2. Spécificité locale.....	5
3. Incidents liés à la foudre .....	5
Bâtiment HALL PEINTURE SA4 .....	6
1. Descriptif de la structure .....	6
2. Principaux paramètres d'évaluation .....	6
3. Descriptif de la protection en place .....	7
4. Zones électromagnétiques dans la structure .....	7
5. Résultat de l'analyse du risque foudre pour ce bâtiment.....	7
SYNTHESE DES RESULTATS.....	8

## OBJET DU RAPPORT

La mission confiée à SOCOTEC a pour objet la réalisation d'une analyse du risque foudre (ARF) visée à l'article 18 de l'arrêté du 4 octobre 2010 [1] et, à ce titre, l'ARF prend en compte le risque de perte de vie humaine et les défaillances des réseaux électriques et électroniques.

Ce rapport d'ARF identifie les équipements et installations pour lesquels une protection doit être assurée. L'évaluation des risques conduit à définir les niveaux de protection nécessaires aux installations.

Cette ARF, qui ne porte que sur le hall SA4, est réalisée sur dossier à partir des documents qui nous ont été communiqués.

## DOCUMENTS UTILISES POUR L'ANALYSE

Désignation	Date	Référence
Scénarios d'accidents issus de l'Etude De Dangers	02/2018	1712E61B0000023
Plan de masse	23/02/2017	DDAE n°4
Plan directeur d'aménagement rez-de-dalle	6/02/2018	01-3
Plan d'implantation altimétrique	1/03/2017	01-A1
Plan de zonage ATEX manuscrit	Remis par mail le 26/01/2018	Sans référence

TABLEAU 1 – Documents utilisés pour l'analyse

## METHODE D'ANALYSE

L'ARF est réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2 [3].

Un logiciel est utilisé pour les calculs (notes de calcul en annexe) et la représentation des résultats.

Les calculs sont réalisés pour les structures dans lesquelles un danger lié à la foudre est identifié.

En complément, une protection des équipements électriques identifiés comme Moyen de Maîtrise des Risques (MMR) est préconisée.

Dans le cadre de sa mission d'ARF, SOCOTEC réalise les tâches suivantes :

- ✓ Prise en compte des événements redoutés dus aux effets de la foudre identifiés par l'exploitant (à partir de l'étude de dangers, si elle nous est fournie, ou lors d'un échange avec l'exploitant) pour estimer les pertes consécutives à une agression de la foudre,
- ✓ Evaluation du risque R1 (pertes de vies humaines) conformément à la norme [3].
- ✓ Prise en compte des mesures de protection et prévention existantes <sup>note 1</sup> dans la démarche de réduction du risque R1 lorsque ce dernier est supérieur au risque tolérable.
- ✓ Détermination du niveau de protection nécessaire pour les structures, les lignes et les équipements.
- ✓ Rédaction du rapport d'ARF.

---

Note <sup>1</sup> La prise en compte des protections existantes est faite en supposant que ces dernières sont conformes aux normes en vigueur. La vérification de conformité n'est pas réalisée lors de notre mission d'ARF.

## PRESENTATION DU SITE

### 1. ACTIVITE DE L'ETABLISSEMENT

L'activité principale du hall de peinture SA4 est la peinture d'avions.

L'établissement est une ICPE soumise à autorisation pour les rubriques 2930 et 2940, et à déclaration pour la rubrique 2910.

### 2. SPECIFICITE LOCALE

- *Zone d'implantation*

Le plan en annexe 2 permet de localiser les structures du site.

- *Densité de foudroiement*

Pour estimer l'occurrence des agressions de la foudre dans l'établissement, la densité de foudroiement retenue dans l'ARF est celle fournie sur le site Météorage (voir annexe 3).

La densité de foudroiement retenue pour l'ARF : 1,01

- *Nature du terrain*

La résistivité du sol prise en compte dans l'ARF est de 500 Ohms.mètres (valeur par défaut proposée dans la norme [3] utilisée lorsque l'exploitant du site n'a pas fourni de mesures spécifiques).

### 3. INCIDENTS LIES A LA Foudre

Identification du dommage ou accident lié à la foudre (1)	Par effet direct (2)	Par effet indirect (2)	Commentaire (3)
Incendie du stock produits et kits peintures	Oui	Oui	
Incendie du local stockage solvants neufs	Oui	Oui	
Incendie du local consommables	Oui	Oui	
Incendie du local de distribution de solvants	Oui	Oui	
Incendie du local de solvants usagés	Oui	Oui	
Incendie du local déchets	Oui	Oui	

TABLEAU 2 – Incidents liés à la foudre

- (1) Indication en lien avec les scénarios d'accidents définis par l'exploitant (référence de la source des données en page 4)
- (2) Le statut est « Oui » ou « Non ».
- (3) Le commentaire justifie qu'un risque est maîtrisé lorsque les effets consécutifs dus au courant de foudre ne peuvent pas provoquer un accident (lorsqu'un statut « Non » est indiqué sur la ligne correspondante).

## BATIMENT HALL PEINTURE SA4

### 1. DESCRIPTIF DE LA STRUCTURE

La structure est constituée d'une charpente métallique recouverte de bardage. La toiture est en bac acier.

Les dimensions de la structure, l'environnement au voisinage de la structure, les caractéristiques des lignes extérieures et l'immunité des équipements sont indiqués en annexe dans le listing de calcul pour cette structure.

### 2. PRINCIPAUX PARAMETRES D'EVALUATION

Ce paragraphe présente les paramètres de l'évaluation du risque repris dans les calculs en annexe.

Caractéristique	Valeur retenue	Commentaire
Occupation du bâtiment	0,05	Industrielle
Risque d'incendie/explosion	0,1	Risque élevé dans les locaux de stockage
Risque d'incendie/explosion	0,001	Risque faible dans le hall et les locaux autres que les locaux de stockage
Protection anti- incendie	1	
Danger particulier	2	Faible risque de panique (effectif maximum : 55 personnes)

TABLEAU 3 – Principaux paramètres d'évaluation

NB : les valeurs retenues sont définies dans la norme [3].

Remarque : En l'absence de zones 0 ou 20 le risque d'explosion n'a pas été retenu.

Service relié à la structure pouvant véhiculer un courant de foudre	Longueur estimée (m)	Commentaire
Canalisation d'eau		Si métallique
Canalisation de gaz		Si métallique
Arrivée HT depuis le poste de livraison	120	Ligne enterrée
Arrivée HT depuis le poste de de transformation SA1	80	Ligne enterrée
Arrivée télécom depuis le réseau public	1000	Ligne enterrée

TABLEAU 4 - Services reliés à la structure

Equipements et installations importants pour sécurité	Localisation	Commentaire
Centrale de détection de gaz de la chaufferie	Hall SA4	
Système de sécurité incendie	Hall SA4	
Téléphone d'appel des services de secours	Hall SA4	
Système d'ouverture pour désenfumage des portes avion et tracma	Hall SA4	

TABLEAU 5 – Equipements importants pour la sécurité

### 3. DESCRIPTIF DE LA PROTECTION EN PLACE

Sans objet, et sur dossier.

### 4. ZONES ELECTROMAGNETIQUES DANS LA STRUCTURE

La norme [3] offre la possibilité de compartimenter un bâtiment lorsque les environnements électromagnétiques diffèrent ou lorsque les dangers sont différents. Ceci permet un calcul plus fin du risque (moins majorant éventuellement). Lorsque le compartimentage en zone est pertinent, le listing en annexe identifie les zones 1, zone 2, zone 3.... (NB : Ceci est indépendant d'un éventuel zonage ATEX). Pour le bâtiment objet de ce chapitre, le nombre de zone retenu dans le calcul est de : 2

### 5. RESULTAT DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre POUR CE BATIMENT

Les résultats de l'analyse du risque foudre selon la norme NF EN 62305-2 [3] pour ce bâtiment vis-à-vis du risque R1 (pertes de vies humaines) sont les suivants :

Bâtiment	Protection pour les structures	Protection pour les lignes
Bâtiment SA4	<b>SPF de niveau II</b>	<b>SPF de niveau II</b>

TABLEAU 6 – Résultat de l'ARF

Il conviendra également de mettre en place des parafoudres coordonnés pour protéger les équipements et installations importants pour la sécurité qui sont :

- Centrale de détection de gaz de la chaufferie
- Système de sécurité incendie
- Téléphone d'appel des services de secours
- Système d'ouverture pour désenfumage des portes avion et tracma

Des liaisons équipotentielles seront à réaliser sur toutes les canalisations métalliques pénétrant dans la structure et sur les cheminées métalliques de la chaufferie.

## SYNTHESE DES RESULTATS

L'analyse du risque foudre selon la norme NF EN 62305-2 [3] montre la nécessité ou non de protéger les structures du site pour réduire le risque R1 (pertes de vies humaines) à une valeur inférieure au risque tolérable  $R_T = 10^{-5}$ .

Bâtiment	Protection pour les structures	Protection pour les lignes
Bâtiment SA4	<b>Protection de niveau II</b>	<b>Protection de niveau II</b>

Tableau 7 : Synthèse du besoin de protection des bâtiments

Les équipements électriques identifiés comme Moyen de Maîtrise des Risques (MMR) doivent rester opérationnels lors d'un foudroiement. Pour cela nous préconisons systématiquement une protection de la ligne d'alimentation de ces dispositifs lorsqu'ils sont déclarés par l'exploitant.

Equipements et installations importants pour la sécurité	Localisation
Centrale de détection de gaz de la chaufferie	Bâtiment SA4
Système de sécurité incendie	Bâtiment SA4
Téléphone d'appel des services de secours	Bâtiment SA4
Système d'ouverture pour désenfumage des portes avion et tracma	Bâtiment SA4

Tableau 8 : Synthèse du besoin de protection des EIPS

Des liaisons équipotentielles seront à réaliser sur toutes les canalisations métalliques pénétrant dans la structure et sur les cheminées métalliques de la chaufferie.

L'étude technique qui complète cette ARF définira les protections à mettre en œuvre pour atteindre l'objectif de réduction du risque.



## ANNEXES

---

Annexe 1 : Contexte réglementaire .....	10
Annexe 2 : Plan du site .....	11
Annexe 3 : Activité orageuse locale.....	12
Annexe 4 : Bâtiment SA4 .....	13

## ANNEXE 1 : CONTEXTE REGLEMENTAIRE

---

### REGLEMENTATION FRANÇAISE

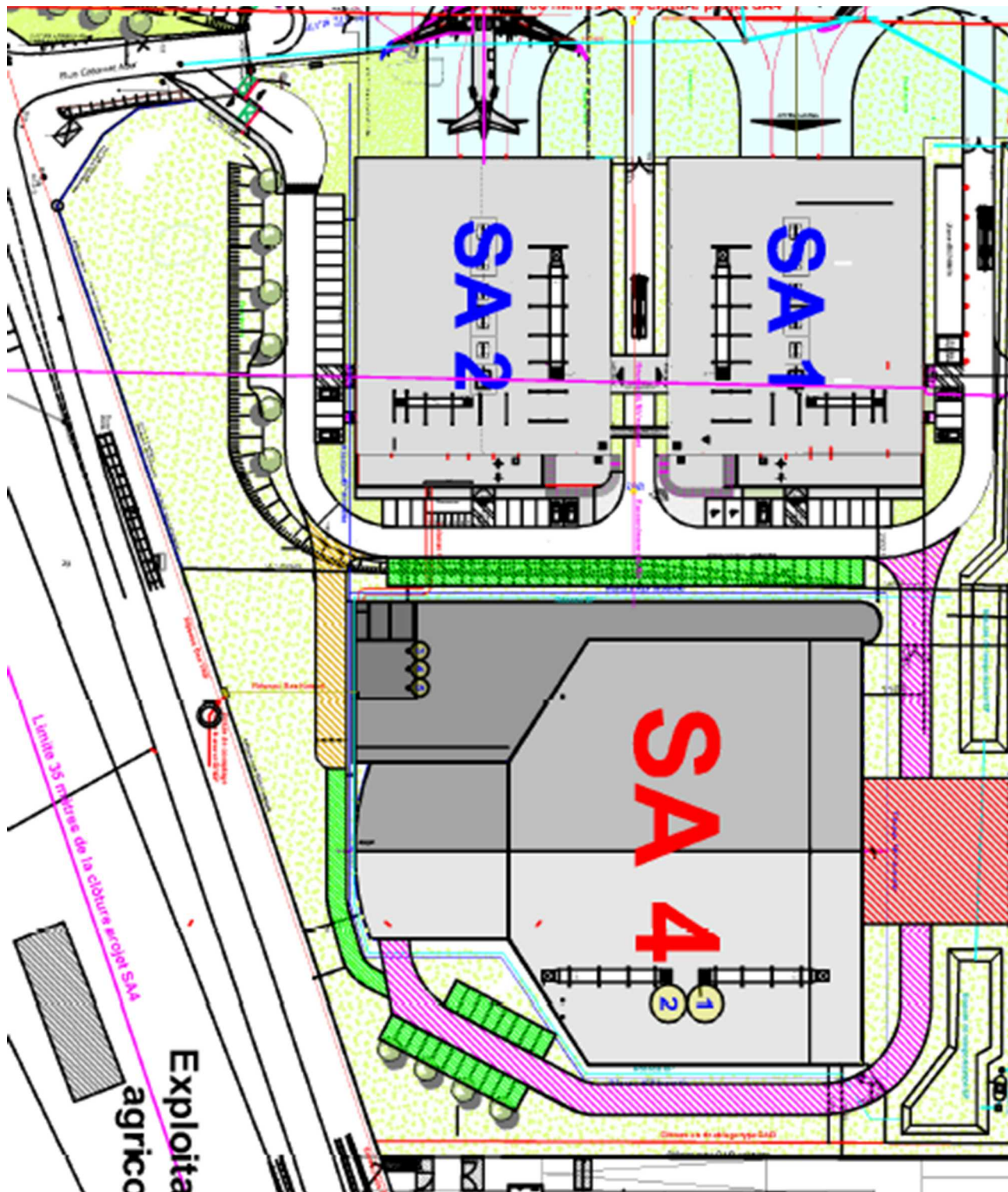
SOCOTEC France est certifié F2C pour réaliser cette mission selon les exigences réglementaires suivantes :

- [1] Arrêté du 4 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation - section III « Dispositions relatives à la protection contre la foudre »
- [2] Circulaire du 24 avril 2008 relative à la protection contre la foudre de certaines installations classées paru le 30 mai 2008.

### NORMES APPLICABLES

- [3] NF EN 62305-2 : Protection contre la foudre – Partie 2 : évaluation du risque (novembre 2006).
- [4] NF EN 62305-3 : Protection contre la foudre – Partie 3 : dommages physiques sur les structures et risques humains.
- [5] NF EN 62305-4 : Protection contre la foudre – Partie 4 : réseaux de puissance et de communication dans les structures.
- [6] UTE C 15-443 : Installations électriques à basse tension – Guide pratique – Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres – Choix et installation des parafoudres.
- [7] NF C17-102 : Protection contre la foudre – Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage.

## ANNEXE 2 : PLAN DU SITE



## ANNEXE 3 : ACTIVITE ORAGEUSE LOCALE



### STATISTIQUES DU FOUOROIEMENT

#### Résumé



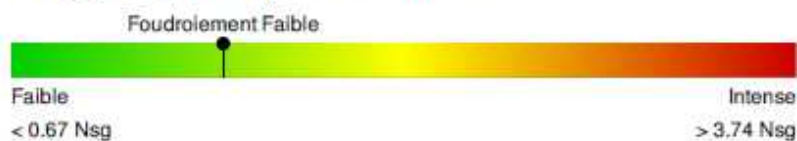
**Ville :**  
CORNEBARRIEU (31150)

**Superficie :**  
18,81 km<sup>2</sup>

**Période d'analyse :**  
2007-2016

#### Statistiques du foudroiement

➔ **N<sub>SG</sub> : 1,01 impacts/km<sup>2</sup>/an**



Indice de confiance statistique : **Excellent**

L'intervalle de confiance à 95% est : [0,88 - 1,17].

➔ **Nombre de jours d'orage : 8 jours par an**

Date de la demande sur le site de METEORAGE : 22/05/2017

## ANNEXE 4 : BATIMENT SA4

Evaluation selon la norme NF EN 62305-2

# Protection contre la foudre Evaluation / analyse du risque foudre

Créé selon la norme internationale:  
IEC 62305-2:2006-10

Considérant les annexes spécifiques au pays:  
NF EN 62305-2:2006

**Résumé des mesures de protection pour  
réduire les dommages causés par les effets de la foudre,  
résultant de l'évaluation/ analyse des risques  
concernant le projet suivant:**

### 1. abréviations

a	Taux d'amortissement
$a_t$	Période d'amortissement
$c_a$	Coût des animaux dans la zone, en monnaie
$c_b$	Coût du bâtiment dans la zone, en monnaie
$c_c$	Coût du contenu de la zone, en monnaie
$c_s$	Coût des réseaux internes (y compris leurs activités) dans la zone, en monnaie
$c_t$	Valeur totale de la structure, en monnaie
$C_D; C_{DJ}$	Facteur d'emplacement
$C_L$	Coût annuel des pertes totales en l'absence de mesures de protection
$C_{PM}$	Coût annuel des mesures de protection choisies
$C_{RL}$	Coût annuel des pertes résiduelles
EB	Liaison équipotentielle de foudre
H	Hauteur de la structure
$H_p$	Point culminant de la structure
i	Taux d'intérêt
$K_{S1}$	Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure (blindage spatial externe)
$K_{S1W}$	Largeurs de maille du blindage spatial maillé d'une structure
$K_{S2}$	Facteur associé à l'efficacité de blindage des blindages internes à la structure
$K_{S2W}$	Largeurs de maille du blindage spatial maillé à l'intérieur de la structure
L1	Perte de vie humaine
L2	Perte de service public
L3	Perte d'héritage culturel
L4	Pertes de valeurs économiques
L	Longueur de la structure
IEMF	Impulsion électromagnétique de foudre
PCLF	Protection contre la foudre (installation complète de protection des structures contre les effets de la foudre, y compris ses réseaux internes et leurs contenus, ainsi que des personnes, comprenant généralement un SPF et une MPF)
NPF	Niveau de protection contre la foudre
SPF	Système de protection contre la foudre
ZPF	Zone de protection contre la foudre (zone dans laquelle l'environnement électromagnétique de foudre est défini)
m	Coût de maintenance
$N_D$	Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure
$N_G$	Densité de foudroiement au sol
$P_B$	Probabilité de dommages physiques sur une structure (impacts sur une structure)

$P_{EB}$	Liaison équipotentielle de foudre
$P_{\text{parafoudre}}$	Système de protection coordonnée par parafoudres
$R$	Risque
$R_1$	Risque de pertes de vie humaine dans une structure
$R_2$	Risque de perte de service public dans une structure
$R_3$	Risque de perte d'héritage culturel dans une structure
$R_4$	Risque de pertes de valeur économique dans une structure
$R_A$	Composante du risque lié aux blessures d'êtres vivants (impacts sur une structure)
$R_B$	Composante du risque lié aux dommages physiques sur une structure (impacts sur la structure)
$R_C$	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts sur une structure)
$R_M$	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité de la structure)
$R_U$	Composante du risque de blessures d'êtres vivants (impacts sur le service connecté)
$R_V$	Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur le service connecté)
$R_W$	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts sur le service connecté)
$R_Z$	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité d'un service)
$R_T$	Tolerable risk (maximum value of the risk which can be tolerated for the structure to be protected)
$r_f$	Facteur de réduction associé au risque d'incendie
$r_p$	Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie
$S_M$	Economie annuelle en monnaie
SPD	Parafoudre (Surge protection device)
SPM	LEMP protection measures (measures to reduce the risk of failure of electrical and electronic equipment due to LEMP)
$t_z$	Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux
$W$	Largeur de la structure
$Z_S$	Zones d'une structure

## 2. Fondements normatifs

La norme NF EN 62305 se compose des parties suivantes:

- NF EN 62305-1:2006 - "Protection contre la foudre - Partie 1: Principes généraux"
- NF EN 62305-2:2006 - "Protection contre la foudre - Partie 2: Evaluation des risques"
- NF EN 62305-3:2006 - "Protection contre la foudre - Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains"
- NF EN 62305-4:2006 - "Protection contre la foudre - Partie 4: Réseaux de puissance et de communication dans les structures"

## 3. Risque et source de dommages

Afin d'éviter les dommages résultant d'un coup de foudre, les mesures de protection spécifiques doivent être prises pour les objets à protéger. L'évaluation / analyse des risques décrite dans la norme NF EN 62305-2:2006 décrit l'évaluation du risque et détermine les exigences d'une protection contre la foudre d'une structure. L'objectif de l'analyse des risques est de réduire le risque à un niveau acceptable en prenant des mesures de protection.

L'analyse de risque en conformité avec la norme NF EN 62305-2:2006 pour le projet APEM - objet Bâtiment principal + extension montre la nécessité de mettre en œuvre des protections contre la foudre. Le potentiel de risque pour la structure est déterminé et, si nécessaire, des mesures de protection pour réduire les risques doivent être prises. Le résultat de l'analyse des risques non seulement spécifie la classe SPD, mais fournit également un concept de protection complet, y compris les mesures nécessaires à la protection des IEMF.

En conséquence, un choix économiquement raisonnable des mesures de protection approprié pour la structure et l'utilisation de la structure est assuré.

## 4. Informations sur le projet

### 4.1 Sélection des risques à prendre en considération

En raison de la nature et de l'utilisation de la structure, objet Bâtiment principal + extension, les risques suivants ont été sélectionnés et pris en considération:

Risque  $R_1$ : Risque de perte de vie humaine  $R_T$ : 1,00E-05

Le risque tolérable RT a été défini par la sélection des risques. La norme spécifie le risque tolérable pour les risques R1, R2 et R3.

L'objectif d'une analyse des risques est de réduire le risque à un niveau acceptable RT par une sélection économiquement saine des mesures de protection.

L'objectif d'une analyse des risques est de réduire le risque à un niveau acceptable RT par une sélection économiquement saine des mesures de protection.

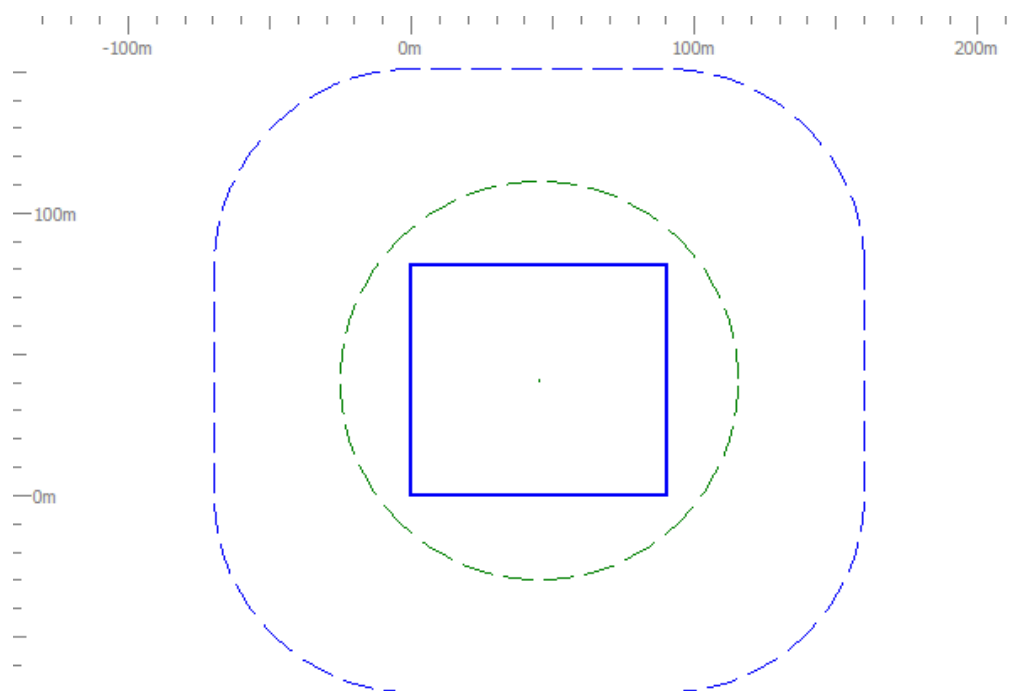
#### 4.2 Paramètres géographiques et paramètres du bâtiment

La densité de foudroiement  $N_g$  est la base de l'analyse des risques en fonction de NF EN 62305-2:2006. Il définit le nombre de coups de foudre en  $1 / \text{an} / \text{km}^2$ . Une valeur de 1,01 coups de foudre / an /  $\text{km}^2$  a été déterminée pour l'emplacement de la structure Hall SA4 grâce à la carte de densité de foudroiement au sol. En conséquence, il y a un nombre calculé de 10,10 jours d'orage par an pour l'emplacement du projet.

Les dimensions du bâtiment sont importantes pour le risque de coups de foudre direct. Les surfaces d'expositions des coups de foudre directs / indirects sont déterminées en fonction de ces dimensions. La structure Hall SA4 a les dimensions suivantes:

$L_b$	Longueur:	90,90 m
$W_b$	Largeur:	82,00 m
$H_b$	Hauteur:	23,30 m
$H_{pb}$	Point culminant (le cas échéant):	23,40 m

Il en résulte une zone d'exposition calculée pour les coups de foudre directs de 46 975,00  $\text{m}^2$  et pour les coups de foudre indirects (à proximité d'une structure) de 290 253,00  $\text{m}^2$ .



L'environnement entourant la structure est un facteur important pour déterminer le nombre possibles de coups de foudre directs / indirects. Il est défini comme suit pour la structure Hall SA4:

Emplacement relatif  $C_D$ : 1,00

Si la densité de foudroiement au sol se réfère aux objets environnants et à l'environnement de la structure, une fréquence de nombre d'événements dangereux dus aux:

- coups de foudre direct pour une structure  $N_D = 0,0474$  coups de foudre / an,
- coups de foudre à proximité d'une structure  $N_M = 0,2457$  coups de foudre / an,

est à prévoir.

### 4.3 Division de la structure en zones / zones de protection contre la foudre

La structure Hall SA4 a été divisé en zones de protection contre la foudre / zones:

- ZPF 0B - Structure protégé contre les impacts de foudre directs
- ZPF 1 - Zone intérieure de la structure protégée
  - Hall avion
  - Locaux de stockage

Selon la norme, les zones de protection contre la foudre sont définies comme suit :

ZPF 0 <sub>B</sub>	=	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.
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.

Classification en zones selon les critères suivants:

- Type de sol ou de plancher
- Compartiments à l'épreuve du feu
- Blindages spatiaux
- Disposition des réseaux internes
- Mesures de protection existantes ou à prévoir
- Les valeurs de pertes

### 5. Lignes d'alimentation

Tous les services entrants et sortants de la structure doivent être pris en considération dans l'analyse des risques. Les conduits ne doivent pas être pris en considération si elles sont reliées à la barre principale de terre de la structure. Si ce n'est pas le cas, le risque des conduits entrants devrait être considéré dans l'analyse des risques (la liaison équipotentielle est obligatoire).

Les services suivants ont été considérés pour la structure Hall SA4 dans l'analyse des risques:

- Ligne HT PL
- Ligne HT SA1
- Ligne télécom

#### 5.1 Ligne HT PL

Type de conducteur:	Enterré
Résistivité du sol:	500,00
Emplacement:	Structure entourée par des objets plus hauts
Environnement:	Suburbain (Hauteur des bâtiments inférieure à 10 m)
Transformateur:	Service de puissance HT (avec transformateur HT/BT)

La longueur du conducteur extérieur à la structure vers le nœud suivant est de 120,00 m.

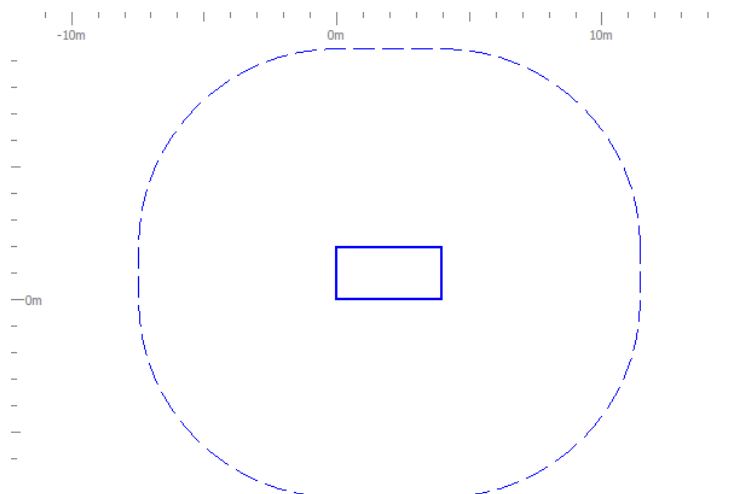
Une structure connectée avec les dimensions suivantes se situe à une distance de 120,00 m:

L <sub>a</sub>	Longueur:	4,00 m
W <sub>a</sub>	Largeur:	2,00 m
H <sub>a</sub>	Hauteur:	2,50 m



$H_{pa}$  Point culminant (le cas échéant): 0,00 m

En conséquence, la zone d'exposition calculée pour les coups de foudre à la structure connectée est de 274,00 m<sup>2</sup>.



Sur cette base, les surfaces d'exposition suivantes ont été déterminées pour le service:

- Surface d'exposition des coups de foudre directs sur le service: 953,00 m<sup>2</sup>
- Surface d'exposition des coups de foudre directs à proximité du service: 67 082,00 m<sup>2</sup>

La rigidité diélectrique de l'équipement électrique qui est relié à la Ligne HT PL est définie par zone:

	Ligne HT PL - $U_w$
Hall avion	$1,5 \text{ kV} < U_w \leq 2,5 \text{ kV}$
Locaux de stockage	$1,5 \text{ kV} < U_w \leq 2,5 \text{ kV}$

Les conducteurs dans le bâtiment de Ligne HT PL sont installés par zone:

	Ligne HT PL - pint
Hall avion	Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles
Locaux de stockage	Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles

## 5.2 Ligne HT SA1

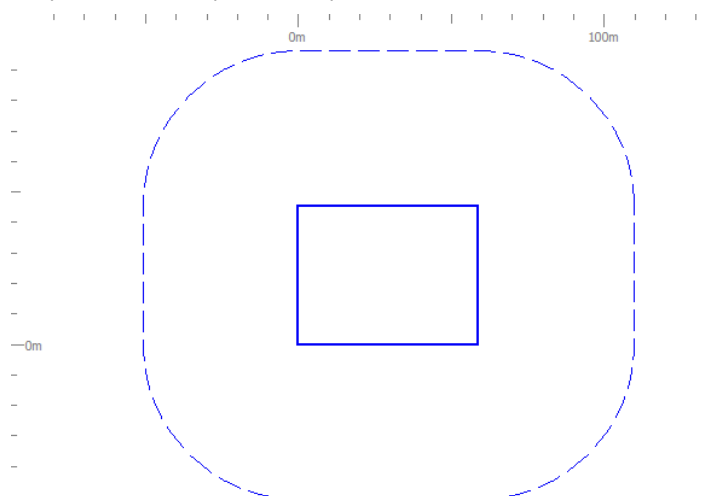
Type de conducteur: Enterré  
 Résistivité du sol: 500,00  
 Emplacement: Structure entourée par des objets plus hauts  
 Environnement: Suburbain (Hauteur des bâtiments inférieure à 10 m)  
 Transformateur: Service de puissance HT (avec transformateur HT/BT)

La longueur du conducteur extérieur à la structure vers le nœud suivant est de 80,00 m.

Une structure connectée avec les dimensions suivantes se situe à une distance de 80,00 m:

$L_a$  Longueur: 59,00 m  
 $W_a$  Largeur: 45,50 m  
 $H_a$  Hauteur: 17,00 m  
 $H_{pa}$  Point culminant (le cas échéant): 0,00 m

En conséquence, la zone d'exposition calculée pour les coups de foudre à la structure connectée est de 21 514,00 m<sup>2</sup>.



Sur cette base, les surfaces d'exposition suivantes ont été déterminées pour le service:

- Surface d'exposition des coups de foudre directs sur le service: 0,00 m<sup>2</sup>
- Surface d'exposition des coups de foudre directs à proximité du service: 44 721,00 m<sup>2</sup>

La rigidité diélectrique de l'équipement électrique qui est relié à la Ligne HT SA1 est défini epar zone:

	Ligne HT SA1 - Uw
Hall avion	1,5 kV < Uw <= 2,5 kV
Locaux de stockage	1,5 kV < Uw <= 2,5 kV

Les conducteurs dans le bâtiment de Ligne HT SA1 sont installés par zone:

	Ligne HT SA1 - pint
Hall avion	Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles
Locaux de stockage	Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles

### 5.3 Ligne télécom

Type de conducteur:	Enterré
Résistivité du sol:	500,00
Emplacement:	Structure isolée : pas d'autres objets à proximité
Environnement:	Rural
Transformateur:	Service de puissance BT, de communication ou de transmission de données (Ligne sans transformateur)

La longueur du conducteur extérieur à la structure vers le nœud suivant est de 1 000,00 m.

Sur cette base, les zones d'exposition suivantes ont été déterminés pour la ligne d'alimentation:

- Surface d'exposition des coups de foudre directs sur le service: 20 798,00 m<sup>2</sup>
- Surface d'exposition des coups de foudre au sol à proximité du service: 559 017,00 m<sup>2</sup>

La rigidité diélectrique de l'équipement électrique qui est relié à la Ligne télécom est défini par zone:

	Ligne télécom - Uw
Hall avion	1,0 kV < Uw <= 1,5 kV
Locaux de stockage	1,0 kV < Uw <= 1,5 kV

Les conducteurs dans le bâtiment de Ligne télécom sont installés par zone:

	Ligne télécom - pint
Hall avion	Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles
Locaux de stockage	Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles

## 6. Propriétés de la structure

### 6.1 Risque d'incendie

Le risque d'incendie est l'un des critères les plus importants pour déterminer le SPF (système de protection contre la foudre) qui doit être installé. Le risque d'incendie est classé en fonction de la charge calorifique spécifique. La charge calorifique doit être déterminée par un expert en sécurité incendie ou définie après consultation avec le propriétaire du bâtiment ou du site et sa compagnie d'assurance. Une distinction est faite selon les critères suivants:

- Aucun risque
- Faible (structures qui ont une charge calorifique spécifique inférieure à 400 MJ/m<sup>2</sup>)
- Ordinaire (structures qui ont une charge calorifique spécifique comprise entre 400 MJ/m<sup>2</sup> et 800 MJ/m<sup>2</sup>)
- Elevé (structures avec une charge calorifique spécifique supérieure à 800 MJ/m<sup>2</sup>)
- Explosion: Zones 2 / 22
- Explosion: Zones 1 / 21
- Explosion: Zones 0 / 20

Le risque d'incendie dans une structure est un facteur important pour déterminer les mesures de protection nécessaires. Le risque d'incendie de la structure Hall SA4 a été défini comme suit:

	Z1	Z2
Pas de disposition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Faible	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ordinaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elevé	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Explosion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 6.2 Mesures visant à réduire les conséquences d'un incendie

Les mesures suivantes ont été sélectionnées pour réduire les conséquences d'un incendie:

	Z1	Z2
Pas de disposition	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Une des dispositions suivantes : extincteurs, installations d'extinction fixes déclenchées manuellement, installations manuelles d'alarme, prises d'eau, compartiments étanches, voies d'évacuation protégées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Une des dispositions suivantes : installations d'extinction fixes déclenchées automatiquement, installations d'alarme automatiques	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

### 6.3 Dangers particuliers dans le bâtiment pour les personnes

En raison du nombre de personnes, le risque éventuel de panique pour la structure Hall SA4 a été défini comme suit:

	Z1	Z2
Pas de danger particulier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées, hôpitaux)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Menace pour la zone concernée ou l'environnement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La contamination des alentours ou de l'environnement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 6.5 Blindage spatial extérieur

Le blindage spatial atténue le champ magnétique à l'intérieur d'une structure causé par la foudre ou à proximité de l'objet et réduit les surtensions internes. Ceci peut être réalisé par un réseau maillé de liaison équipotentielle entremêlée dans lequel toutes les parties conductrices de la structure et les systèmes internes sont intégrées. Par conséquent, le bouclier spatial externe / interne est seulement une partie d'une structure de bâtiment blindé. Il faut remarquer que les blindages et les conduits métalliques soient reliés à une borne d'équipotentialité, et que le matériel soit connecté à la même borne d'équipotentialité du bâtiment. Dans ce contexte, les exigences normatives en vigueur doivent être respectées.

Couverture de la structure Hall SA4:

- Pas de blindage

## 7. Analyse des risques

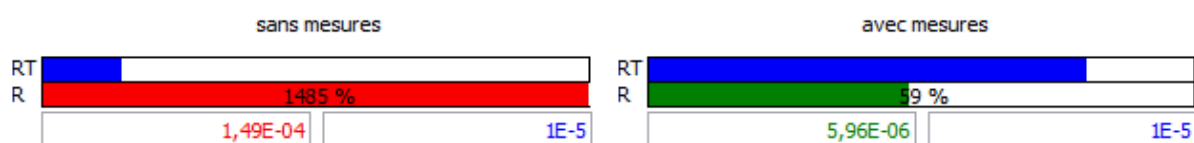
Comme décrit dans 4.1, les risques suivants selon 7 ont été évalués. La barre bleue indique la valeur de risque tolérable et la barre verte / rouge indique le risque déterminé.

### 7.1 Risque R1, vie humaine

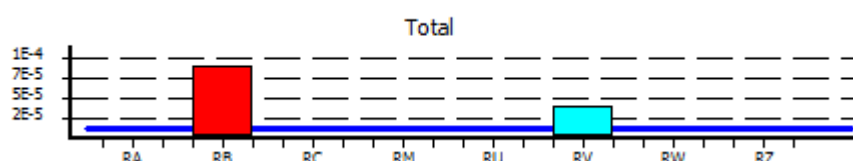
Le risque suivant a été déterminé pour les personnes à l'extérieur et à l'intérieur de la structure Hall SA4:

Risque tolérable  $R_T$ : 1,00E-05  
 Calcul du risque R1 (sans protection): 1,49E-04

Calcul du risque R1 (protégé): 5,96E-06



Le risque R1 consiste à suivre les composantes du risque:



Pour réduire le risque, il est nécessaire de prendre des mesures, comme décrit dans 7.

### 7.2 Sélection des mesures de protection

Le risque a été réduit à un niveau acceptable en sélectionnant les mesures de protection suivantes.

Cette sélection de mesures de protection fait partie de la gestion du risque pour l'objet Hall SA4 et n'est valable que dans le cadre de cet objet.

#### Mesures Avec protection/état recherché:

Région	Mesures	Facteur
pB:	Système de protection contre la foudre SPF Classe SPF II	5.000E-02
pEB:	Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF II	2.000E-02

## Calculs

Symbole	Valeur
<b>Hall SA4</b>	
Td	10,10
Ng	1,01
Cdb	1,00
Lb	90,90
Wb	82,00
Hb	23,30
Hpb	23,40
Σ Ad	46 975,00
Σ Am	290 253,00
pB	1,00
pEB	1,00
KS1	1,00
L1RT	1.000E-05
L2RT	1.000E-03
L3RT	1.000E-03
i	0
m	0
at	0
a	0
Σ ND	0,047445
Σ NM	0,245711
Σ CL	0
Σ R1	0,000148573264
Σ R2	0
Σ R3	0
Σ R4	0
<b>Ligne HT PL</b>	
Lc	120,00
Ce	5.000E-01
Ct	2.000E-01
Cda	1,00
La	4,00
Wa	2,00
Ha	2,50
Hpa	0
Σ Al	953,00
Σ Ai	67 082,00
Σ Ada	274,00
Σ NI	4,8e-05
Σ Ni	0,006775
Σ NDa	5,5e-05
Xc	Enterré
rho	500,00
Cd	2.500E-01

Symbole	Valeur
<b>Ligne HT SA1</b>	
Lc	80,00
Ce	5.000E-01
Ct	2.000E-01
Cda	5.000E-01
La	59,00
Wa	45,50
Ha	17,00
Hpa	0
Σ Al	0
Σ Ai	44 721,00
Σ Ada	21 514,00
Σ NI	0
Σ Ni	0,004517
Σ NDa	0,002173
Xc	Enterré
rho	500,00
Cd	2.500E-01
<b>Ligne télécom</b>	
Lc	1 000,00
Ce	1,00
Ct	1,00
Cda	1,00
La	0
Wa	0
Ha	0
Hpa	0
Σ Al	20 798,00
Σ Ai	559 017,00
Σ Ada	0
Σ NI	0,021006
Σ Ni	0,564607
Σ NDa	0
Xc	Enterré
rho	500,00
Cd	1,00
<b>LPZ 1 - Hall avion</b>	
ru	1.000E-02
pu	1
rp	1,00
rf	1.000E-03
KS2	1,00
L1Lu	1.000E-04
L1Lf	5.000E-02
L1hz	2,00
L1Lo	0

Symbole	Valeur
Σ R1RA	0
Σ R1RB	4,7445e-06
Σ R1RC	0
Σ R1RM	0
Σ R2RB	0
Σ R2RC	0
Σ R2RM	0
Σ R3RB	0
Σ R4RA	0
Σ R4RB	0
Σ R4RC	0
Σ R4RM	0
Σ R1RU	2,3282e-08
Σ R1RV	2,3282e-06
Σ R1RW	0
Σ R1RZ	0
Σ R2RV	0
Σ R2RW	0
Σ R2RZ	0
Σ R3RV	0
Σ R4RU	0
Σ R4RV	0
Σ R4RW	0
Σ R4RZ	0
Σ PC	1,00
Σ PM	1,00
Σ R1	7,095982e-06
Σ R2	0
Σ R3	0
Σ R4	0
L1La_nt	0
L1La_np	0
L1La_t	8 760,00
L1Lu_nt	0
L1Lu_np	0
L1Lu_t	8 760,00
L1Lf_nt	0
L1Lf_np	0
L1Lf_t	8 760,00
L1Lo_nt	0
L1Lo_np	0
L1Lo_t	8 760,00
L2Lf_nt	0
L2Lf_np	0
L2Lf_t	8 760,00
L2Lo_nt	0

Symbole	Valeur
L2Lo_np	0
L2Lo_t	8 760,00
L3Lf_ct	0
L3Lf_c	0
L4La_ct	0
L4La_c	0
L4Lu_ct	0
L4Lu_c	0
L4Lf_ct	0
L4Lf_c	0
L4Lo_ct	0
L4Lo_c	0
CA	0
CB	0
CS	0
CC	0
Ligne HT PL	
pSPD	1,00
Uw	2,50
Σ KS4	0,6
Σ PLD	1,00
Σ PLI	0,4
Σ R1RU	1,03e-10
Σ R1RV	1,03e-08
Σ R1RW	0
Σ R1RZ	0
Σ R2RV	0
Σ R2RW	0
Σ R2RZ	0
Σ R3RV	0
Σ R4RU	0
Σ R4RV	0
Σ R4RW	0
Σ R4RZ	0
Σ PC	1,00
Σ PM	1,00
pint	Câble non blindé – Pas de ...
pext	Non blindé ou blindé résist...
Ligne HT SA 1	
pSPD	1,00
Uw	2,50
Σ KS4	0,6
Σ PLD	1,00
Σ PLI	0,4
Σ R1RU	2,173e-09
Σ R1RV	2,173e-07

Symbole	Valeur
Σ R1RW	0
Σ R1RZ	0
Σ R2RV	0
Σ R2RW	0
Σ R2RZ	0
Σ R3RV	0
Σ R4RU	0
Σ R4RV	0
Σ R4RW	0
Σ R4RZ	0
Σ PC	1,00
Σ PM	1,00
pint	Câble non blindé – Pas de ...
pext	Non blindé ou blindé résist...
Ligne télécom	
pSPD	1,00
Uw	1,50
KS4	1,00
PLD	1,00
PLI	1,00
Σ R1RU	2,1006e-08
Σ R1RV	2,1006e-06
Σ R1RW	0
Σ R1RZ	0
Σ R2RV	0
Σ R2RW	0
Σ R2RZ	0
Σ R3RV	0
Σ R4RU	0
Σ R4RV	0
Σ R4RW	0
Σ R4RZ	0
Σ PC	1,00
Σ PM	1,00
pint	Câble non blindé – Pas de ...
pext	Non blindé ou blindé résist...
LPZ 1 - Locaux de ...	
ru	1.000E-02
pu	1
rp	2.000E-01
rf	1.000E-01
KS2	1,00
L1Lu	1.000E-04
L1Lf	5.000E-02
L1hz	2,00
L1Lo	0

Symbole	Valeur
Σ R1RA	0
Σ R1RB	9,489e-05
Σ R1RC	0
Σ R1RM	0
Σ R2RB	0
Σ R2RC	0
Σ R2RM	0
Σ R3RB	0
Σ R4RA	0
Σ R4RB	0
Σ R4RC	0
Σ R4RM	0
Σ R1RU	2,3282e-08
Σ R1RV	4,6564e-05
Σ R1RW	0
Σ R1RZ	0
Σ R2RV	0
Σ R2RW	0
Σ R2RZ	0
Σ R3RV	0
Σ R4RU	0
Σ R4RV	0
Σ R4RW	0
Σ R4RZ	0
Σ PC	1,00
Σ PM	1,00
Σ R1	0,000141477282
Σ R2	0
Σ R3	0
Σ R4	0
L1La_nt	0
L1La_np	0
L1La_t	8 760,00
L1Lu_nt	0
L1Lu_np	0
L1Lu_t	8 760,00
L1Lf_nt	0
L1Lf_np	0
L1Lf_t	8 760,00
L1Lo_nt	0
L1Lo_np	0
L1Lo_t	8 760,00
L2Lf_nt	0
L2Lf_np	0
L2Lf_t	8 760,00
L2Lo_nt	0

Symbole	Valeur
L2Lo_np	0
L2Lo_t	8 760,00
L3Lf_ct	0
L3Lf_c	0
L4La_ct	0
L4La_c	0
L4Lu_ct	0
L4Lu_c	0
L4Lf_ct	0
L4Lf_c	0
L4Lo_ct	0
L4Lo_c	0
CA	0
CB	0
CS	0
CC	0
<b>Ligne HT PL</b>	
pSPD	1,00
Uw	2,50
Σ KS4	0,6
Σ PLD	1,00
Σ PLI	0,4
Σ R1RU	1,03e-10
Σ R1RV	2,06e-07
Σ R1RW	0
Σ R1RZ	0
Σ R2RV	0
Σ R2RW	0
Σ R2RZ	0
Σ R3RV	0
Σ R4RU	0
Σ R4RV	0
Σ R4RW	0
Σ R4RZ	0
Σ PC	1,00
Σ PM	1,00
pint	Câble non blindé – Pas de ...

Symbole	Valeur
pext	Non blindé ou blindé résist...
<b>Ligne HT SA1</b>	
pSPD	1,00
Uw	2,50
Σ KS4	0,6
Σ PLD	1,00
Σ PLI	0,4
Σ R1RU	2,173e-09
Σ R1RV	4,346e-06
Σ R1RW	0
Σ R1RZ	0
Σ R2RV	0
Σ R2RW	0
Σ R2RZ	0
Σ R3RV	0
Σ R4RU	0
Σ R4RV	0
Σ R4RW	0
Σ R4RZ	0
Σ PC	1,00
Σ PM	1,00
pint	Câble non blindé – Pas de ...
pext	Non blindé ou blindé résist...
<b>Ligne télécom</b>	
pSPD	1,00
Uw	1,50
Σ KS4	1,00
Σ PLD	1,00
Σ PLI	1,00
Σ R1RU	2,1006e-08
Σ R1RV	4,2012e-05
Σ R1RW	0
Σ R1RZ	0
Σ R2RV	0
Σ R2RW	0
Σ R2RZ	0
Σ R3RV	0
Σ R4RU	0
Σ R4RV	0
Σ R4RW	0
Σ R4RZ	0