



**Centrale de cogénération
DALKIA
sur le site McCAIN à Matougues (51)**

ANALYSE DU RISQUE Foudre



N° 1023113868084



OTE INGÉNIERIE

des compétences au service de vos projets

Siège social

1 rue de la Lisière - BP 40110
67403 ILLKIRCH Cedex - FRANCE
Tél : 03 88 67 55 55
www.ote.fr

REV	DATE	DESCRIPTION	REDACTION/VERIFICATION	APPROBATION	N° AFFAIRE : 16126	Page : 1/24
0	Avril 2017	Etude ARF	OTE - B. HOUBRE	C.S. S.A. L.G.		
1	Mai 2017	Mise à jour	OTE - B. HOUBRE	C.S. S.A. L.G.		

bho

Les révisions sont indiquées par une marque de révision notée en marge

Sommaire

1. OBJECTIFS DE LA MISSION	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	4
2.1. REFERENTIELS REGLEMENTAIRE ET NORMATIF APPLICABLES	4
2.2. DOCUMENTS FOURNIS PAR L'EXPLOITANT	4
3. METHODOLOGIE	5
3.1. DEROULEMENT DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	5
3.2. METHODE D'ANALYSE	6
3.3. EVALUATION DES COMPOSANTES DE RISQUE	7
4. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS	8
4.1. RENSEIGNEMENTS GENERAUX	8
4.1.1. <i>Présentation</i>	8
4.1.2. <i>Identité administrative du site</i>	9
4.2. DESCRIPTION DU SITE.....	10
4.3. IDENTIFICATION DES EVENEMENTS REDOUTES.....	11
4.3.1. <i>Probabilité de survenance</i>	11
4.3.2. <i>Installations et équipements à prendre en compte</i>	11
4.3.3. <i>Inventaire des zones à risques d'explosion et d'incendie</i>	12
4.3.4. <i>Recensement des mesures de prévention et de protection existantes</i>	12
5. EVALUATION DU RISQUE ET DETERMINATION DES NIVEAUX DE PROTECTION	14
5.1. PREAMBULE	14
5.2. DEFINITION DES DONNEES D'ENTREE	14
5.2.1. <i>Définition des paramètres</i>	14
5.2.2. <i>Définition du Groupe 1 – Chaufferie</i>	16
5.2.3. <i>Définition du Groupe 2 – Compresseur GAZ</i>	18
5.3. DETERMINATION DU NIVEAU DE PROTECTION	20
5.4. SYNTHESE DES RESULTATS	21
6. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES	22
7. CONCLUSION	22
ANNEXE 1	23

1. Objectifs de la mission

Le projet consiste en la réalisation d'une Centrale de Cogénération au sein du site de l'usine McCAIN de Matougues.

L'usine McCAIN à Matougues (51) produit des aliments à base de pomme de terre. La chaleur (eau chaude et vapeur) est un fluide indispensable au fonctionnement de l'usine (procédés de fabrication et chauffage des bâtiments). Cette dernière est actuellement produite à partir d'une chaufferie existante équipée de chaudières gaz naturel et biogaz.

McCAIN projette d'installer une cogénération comme source d'alimentation en chaleur sur son usine de Matougues. Cette unité qui sera implantée au sein du site McCAIN sera exploitée par COGESTAR 3.

L'activité du futur site exploité par COGESTAR 3 relèvera de la législation des Installations Classées pour le Protection de l'Environnement et nécessite ainsi le dépôt d'un dossier de demande d'autorisation d'exploiter.

L'analyse du risque foudre identifie les équipements et installations pour lesquels une protection contre la foudre doit être assurée. Elle est basée sur une évaluation des risques et réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2. Elle définit les niveaux de protection nécessaires aux installations.

L'analyse du risque foudre (ARF) constitue la première étape de la démarche qui conduit à une protection contre les effets de foudre d'une structure. Elle est suivie par une étude technique qui définit précisément les caractéristiques des protections et leur installation.

Après l'installation des protections, les vérifications périodiques ont pour but de contrôler que les protections sont maintenues en bon état et qu'elles sont aptes à assurer leurs fonctions.

Si l'ARF montre que le niveau de protection d'une structure existante est satisfaisant, les phases de l'étude technique et de l'installation du système de protection foudre ne sont pas nécessaires.

Limites de la mission

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 l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

Cette analyse de risque est réalisée à partir des documents qui nous ont été fournis et des renseignements collectés auprès de l'entreprise.

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

Il appartient au destinataire de cette étude de vérifier que les hypothèses prises en compte sont correctes et exhaustives en rapport avec les documents fournis et disponibles sur site à la date de rédaction du document.

2. Documents de référence

2.1. Référentiels règlementaire et normatif applicables

Notre mission ARF est réalisée en référence aux textes et normes suivants :

Réglementation Française en vigueur

- Arrêté du 4 octobre 2010 modifié relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour l'environnement soumises à autorisation - SECTION III : Dispositions relatives à la protection contre la foudre
- Arrêté du 19 juillet 2011 modifiant l'arrêté du 4 octobre 2010 et portant abrogation de l'Arrêté du 15 janvier 2008
- Circulaire du 24 avril 2008 relative à l'arrêté du 15 janvier 2008

Normes applicables

- NF EN 62305-1 (juin-06) : Protection contre la foudre - Partie 1 : principes généraux
- NF EN 62305-2 (nov-06) : Protection contre la foudre - Partie 2 : évaluation du risque
- NF EN 62305-3 (déc-06) : Protection contre la foudre - Partie 3 : dommages physiques sur les structures et risques humains
- NF EN 62305-4 (déc-06) : Protection contre la foudre - Partie 4 : réseaux de puissance et de communication dans les structures
- NF C 17-102 (sept-11) : Protection contre la foudre – Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerres à dispositif d'amorçage
- NF C 15-100 (déc-02) : Installations électriques « basse tension » et ses additifs

2.2. Documents fournis par l'exploitant

- Étude de dangers et Notice d'impacts IPCE : Dossier OTE – Avril. 2017
- Plan de masse et d'implantation des locaux

3. Méthodologie

3.1. Déroulement de l'analyse du risque foudre

L'analyse du risque foudre comprend les étapes suivantes :

- **Identification des événements redoutés** dus aux effets de la foudre

Cette étape consiste en premier lieu à définir et caractériser les installations et équipements à prendre en compte.

L'étude de dangers pour les installations classées (ou les documents équivalents pour les autres types d'installations) définit les scénarios pour lesquels la foudre peut être un phénomène déclenchant ou aggravant.

L'exploitant désigne les bâtiments qui doivent être pris en compte.

Des équipements sont souvent identifiés par l'exploitant comme importants pour la sécurité (IPS). Lorsque ces équipements peuvent être mis en défaut par la foudre, ils sont traités selon une méthode déterministe.

La méthode consiste à mettre en œuvre une protection contre la foudre afin d'assurer la continuité de service des fonctions de sécurité (sécurité pour les personnes et sécurité pour l'environnement).

Pour chaque bâtiment ou structure définis précédemment, un entretien du spécialiste OTE avec l'exploitant ainsi qu'une analyse des documents fournis permet d'identifier les risques.

L'analyse de l'étude de dangers permettra ensuite d'identifier les activités de l'installation, les substances et les procédés à risque, pour lesquels une agression de la foudre est un événement initiateur ou un facteur aggravant, et d'identifier notamment les zones à risques d'incendie et d'explosion.

- **Recensement des mesures existantes prises pour la réduction des risques** : mesures de prévention, mesures de protection

- **Evaluation du risque et détermination du niveau de protection** : selon la norme NF EN 62305-2

Détermination des besoins de protection et des niveaux de protection à atteindre pour les structures, les équipements, les réseaux des liaisons entrantes ou sortantes des structures (réseaux d'énergie, réseaux de communication, canalisations). Les équipements ou les entités qui sont à protéger contre les surtensions et les courants induits sont précisés éléments par élément.

Le spécialiste OTE prend en compte les différents paramètres des structures qui vont permettre de définir la protection la plus adaptée lorsque cette dernière est requise.

Détermination des besoins de prévention en complément de la protection visant à dénombrer les dispositions organisationnelles, limiter la durée des situations dangereuses, prévenir des orages par un système de détection.

Le spécialiste OTE prend en compte les différents paramètres des structures qui vont permettre de définir la protection la plus adaptée lorsque cette dernière est requise.

A l'issue de cette étape, le niveau de protection des bâtiments est connu. Lorsque les protections doivent être ajoutées, le niveau de protection à mettre en place est défini pour les parafoudres et les paratonnerres.

– **Mesures de réduction des risques**

Évaluation des mesures de la réduction du risque réalisées par les protections existantes de la structure, de même que celles obtenues par les mesures de prévention existantes. L'évaluation des pertes est déterminée à partir de l'activité orageuse estimée, de la nature et dimensions de la structure ou des bâtiments, de la présence humaine, des produits stockés, des équipements électriques, du risque particulier lié à l'activité.

L'efficacité du réseau de terre et de l'équipotentialité de l'installation est également évaluée, de même que l'ensemble des dispositions naturelles des installations qui contribuent à réduire le risque des dommages dus à la foudre.

L'analyse proposée détermine pour chaque entité ou élément étudié, le seuil des pertes acceptables.

– **Formalisation de l'ARF dans un rapport**

3.2. Méthode d'analyse

L'ARF d'une installation réalisée selon la méthode de la norme NF EN 62305-2 permet de définir les besoins de protection contre les effets directs et indirects de la foudre pour les bâtiments.

La méthode prend en compte assez précisément les dimensions, la structure du bâtiment, l'activité qu'il abrite et les dommages que peut engendrer la foudre en cas de foudroiement sur ou à proximité des bâtiments.

Les risques de dommages causés par la foudre sont calculés et comparés à un niveau de risque acceptable (valeur typique du risque tolérable RT de 10^{-5} dommages par an). Lorsque le risque calculé est supérieur au risque acceptable, des solutions de protection et de prévention sont introduites jusqu'à la réduction du risque.

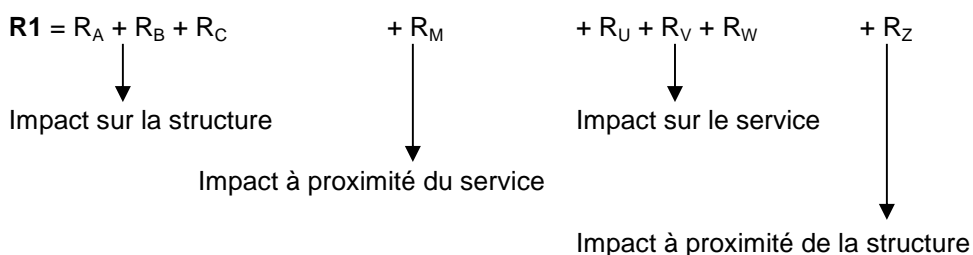
Cette méthode probabiliste permet d'évaluer l'efficacité de différentes solutions afin d'optimiser la protection. Le résultat obtenu fournit le niveau de protection à mettre en œuvre à l'aide de parafoudres et/ou de paratonnerres.

Des mesures telles que la mise en œuvre d'un système automatique de détection et/ou d'extinction incendie sont également prises en compte pour un résultat efficient.

3.3. Evaluation des composantes de risque

Dans le cadre de notre mission, conformément à la circulaire du 24 avril 2008, la présente étude traite essentiellement le risque de perte de vie humaine **R1**.

Le risque total calculé **R1** est la somme des composantes des risques partiels :
 $R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W, R_Z$ appropriés (voir explication ci-dessous)



Les composantes de risques que nous avons pris en compte dans toutes les zones pour le type de risque R1 sont les suivantes :

- R_A : Dommage sur les êtres vivants présents dans la structure du aux tensions de contact et de pas dans les zones
- R_B : Dommage physique sur la structure du à un impact direct sur celle-ci
- R_U : Dommage sur les êtres vivants présents dans la structure du à un impact sur une ligne entrante connectée à la structure (tension de contact)
- R_V : Dommage physique sur la structure du à un impact sur une ligne entrante connectée à la structure

Pour les structures présentant un risque d'explosion, pour les hôpitaux et autres structures lorsque les défaillances des réseaux externes mettent immédiatement en danger la vie des personnes, il faut également prendre en compte les composantes de risques suivantes :

- R_C : Dommage sur les réseaux internes du à l'impulsion électromagnétique de foudre (impact sur la structure)
- R_M : Dommage sur les réseaux internes du à l'impulsion électromagnétique de foudre (impact à proximité de la structure)
- R_Z : Dommage sur les réseaux internes du à l'impulsion électromagnétique de foudre (impact à proximité d'un service connecté à la structure)
- R_W : Dommage sur les réseaux internes à la structure du à un impact sur une ligne entrante connectée à la structure

4. Descriptions des installations

4.1. Renseignements généraux

4.1.1. Présentation

L'usine McCAIN à Matougues (51), site classé ICPE, produit des aliments à base de pomme de terre.

Le site McCAIN, situé entre Châlons-en-Champagne et Epernay, transforme 183 000 tonnes de pommes de terre par an, soit 600 tonnes par jour ; la production est ainsi de 25 tonnes de frites surgelées par heure. Le site emploie environ 230 personnes.

McCAIN projette d'installer une cogénération comme source d'alimentation en chaleur sur son usine de Matougues, de s'inscrire dans une démarche nationale de transition énergétique et de contribuer, à son échelle, à la sécurisation et la stabilisation du réseau électrique consolidant l'intégration des énergies renouvelables.

Les objectifs principaux de ce projet pour le site concernent l'amélioration de l'efficacité énergétique, l'optimisation des coûts de fourniture de vapeur et la sécurisation de l'alimentation électrique du site McCAIN. En effet, la future centrale de cogénération sera en raccordement indirect sur le réseau ENEDIS et injectera sa production d'électricité sur la boucle HTA de l'usine.

Le raccordement en 20 kV se fera sur le réseau interne de l'usine McCAIN pour permettre la revente de l'électricité produite à EDF.

Principe de la cogénération

La cogénération consiste en la production simultanée d'énergie mécanique et d'énergie thermique dans une centrale unique à partir d'un combustible. L'énergie mécanique produite peut être transformée en électrique, en air comprimé ou en froid. L'intérêt de base de la cogénération réside dans son excellent rendement global qui induit des économies d'énergies et des économies financières.

Une installation de cogénération est constituée d'une partie motrice (turbine) et d'une récupération de l'énergie thermique résiduelle (chaudière de récupération).

4.1.2. Identité administrative du site

Raison sociale

COGESTAR 3

Forme juridique

SAS - Société par actions simplifiée au capital de : 210280,00 Euros
Registre du Commerce (R.C.S. Lille Métropole) : 509 580 346
N° SIRET : 509 580 346 000 13
Code APE : 3511Z
Production et vente d'énergie électrique et thermique produites à partir d'installations de cogénérations d'installations thermiques utilisant notamment des énergies renouvelables

Siège social

COGESTAR 3
37 avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny
59 350 SAINT-ANDRE-LES-LILLE
FRANCE

Adresse du site objet de la demande d'autorisation d'exploiter

COGESTAR 3 – DALKIA
Centrale de cogénération
SITE McCAIN
D3
51 510 MATOUGUES
Etablissement secondaire
N° SIRET : 509 580 346 005 26

Effectif et horaire de travail

Site fonctionnant en SPHP 72h (sans présence humaine permanente)
Une personne sur site en journée (pas de présence de nuit ni en week-end) pendant la période de cogénération (1^{er} novembre au 31 mars) et intervention ponctuelle en dehors de la période de cogénération

Nom et qualité du signataire de la demande

M. Benoit DUJARDIN, par délégation du président de la Société Pascal BONNE

Personne chargée du suivi du dossier

M. Jacques KLEIN, Chef de Projets

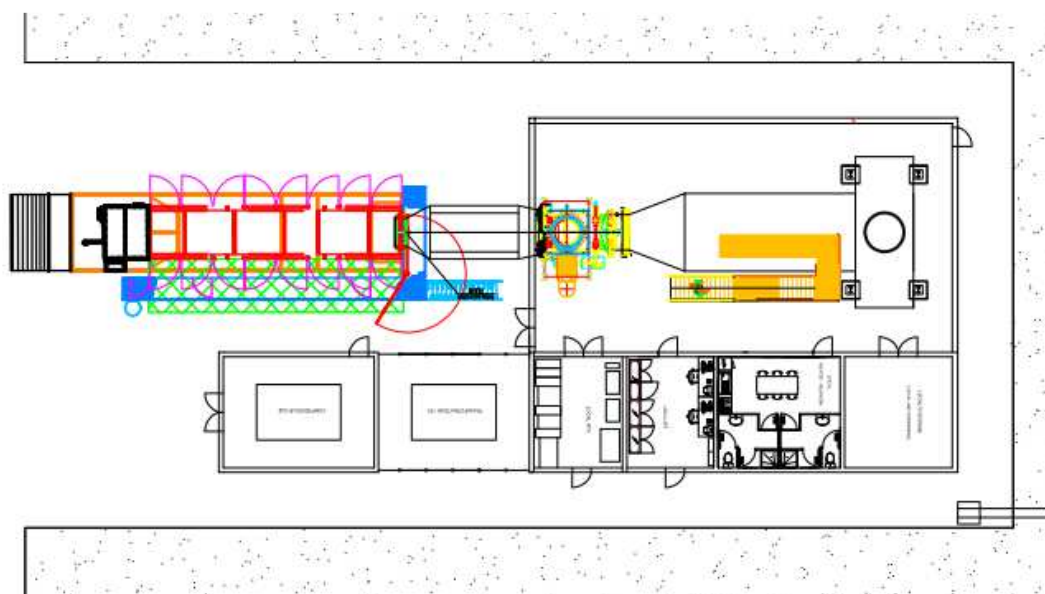
4.2. Description du site

La Centrale de Cogénération COGESTAR 3 sera constituée des principaux équipements suivants :

- Un compresseur Gaz Naturel permettant d'alimenter la turbine à environ 22 barg, l'unité étant alimentée par une conduite de gaz naturel venant du poste GRT existant.
- Une turbine à gaz d'une puissance de 24,810 MW PCI (à -15° extérieur) (et d'une puissance électrique de 8,3 MWe) fonctionnant au gaz naturel.
- Un ensemble à l'échappement de la turbine composée d'un silencieux, d'un diverter (permettant de by-passer les gaz de la turbine) et d'une cheminée de by pass (cheminée de secours dite « chaude »), qui servira à l'évacuation des gaz de combustion lors des phases transitoires de démarrage ou d'arrêt turbine sur défaut chaudière.
- Une chaudière de récupération d'énergie sur les gaz de combustion de la turbine pour la production de vapeur saturée à 21 bars.
- Une batterie eau chaude sur les fumées pour produire de l'eau à 85°C.
- En sortie du récupérateur un ensemble de gaine raccordée à la cheminée dite « froide » pour évacuation des gaz de combustion à l'atmosphère.
- Les tuyauteries de raccordement au réseau vapeur et eau chaude avec la robinetterie et l'instrumentation associées.
- Le réseau d'évacuation des purges de la chaudière avec récupération d'énergie.
- Tous les auxiliaires du groupe turbo alternateur.
- Un poste HT avec transformateur élévateur.
- Les utilités associées: production et stockage d'air service et d'air instrument.
- Les systèmes de détection et extinction incendie et la détection gaz.

Les équipements de récupération thermique et la fumisterie depuis l'échappement turbine seront installés dans un bâtiment. La turbine avec son silencieux seront out-door. Le transformateur élévateur sera installé dans une loge et le compresseur à gaz dans un local dédié.

Plan de présentation



4.3. Identification des évènements redoutés

4.3.1. Probabilité de survenance

En tant que phénomène électrique, la foudre peut avoir les mêmes conséquences que tout autre courant circulaire dans un conducteur électrique ou que tout autre passage de courant à travers un mauvais conducteur ou un isolant. Les effets les plus notables et les plus importants sont les effets thermiques et les effets dus aux amorçages.

Aussi, l'opportunité de munir un établissement de paratonnerres dépend-elle des considérations suivantes :

- les probabilités que le bâtiment présente d'être foudroyé ; ces probabilités tiennent compte notamment de la hauteur du bâtiment, de son mode de construction, de son emplacement, de la nature et de l'altitude du terrain sur lequel il est édifié
- le niveau céramique de la région considérée
- l'importance des dégâts que la foudre est susceptible de causer dans le bâtiment, compte tenu notamment de la valeur de son contenu

Les principes de protection reposent principalement sur deux critères :

- éviter qu'un impact de foudre atteigne directement un bâtiment et éviter l'apparition de différences de potentiels transitoires élevées
- limiter les surtensions à l'intérieur des bâtiments et diminuer leur amplitude au niveau des appareils électriques

Les conséquences physiques d'un impact de foudre sur le site pourraient être les suivantes :

- mise en sécurité des installations (fluctuation de tension alimentant les équipements de production),
- perturbation dans le fonctionnement des installations électriques
- inflammation de certains produits stockés sur le site
- initiation d'un incendie dans un bâtiment.

4.3.2. Installations et équipements à prendre en compte

Les installations soumises au régime d'autorisation au titre de la législation des installations classées et visées par une ARF en application de l'arrêté du 4 octobre 2010 sont répertoriées dans le tableau ci-dessous.

Intitulé de la rubrique	N° de la rubrique	Classement
Combustion à l'exclusion des installations visées par les rubriques 2770 et 2771. La puissance thermique nominale de l'installation est : 1. Supérieure ou égale à 20 MW	2910-A-1	Autorisation

Equipements IPS à prendre en compte

Les éléments IPS suivant sont identifiés dans le process de la turbine à GAZ :

- ↳ Détection GAZ
- ↳ Détection de chaleur
- ↳ Détection incendie dans les locaux de la chaufferie

4.3.3. Inventaire des zones à risques d'explosion et d'incendie

Cet inventaire découle de l'étude de dangers du dossier ICPE.

Centrale de cogénération

L'alimentation en gaz naturel de la future Centrale de Cogénération se fera à partir du poste de livraison gaz GRT existant. Une conduite dédiée sera créée pour conduire le gaz de ce poste à la turbine à gaz.

Notons que l'ensemble de la canalisation d'alimentation en gaz sera enterrée, seule une portion aérienne sera présente entre le local compresseur et la turbine à gaz.

Le réseau gaz naturel peut présenter un risque de fuite pouvant engendrer deux types de phénomènes dangereux : explosion en milieu confiné en présence d'une source d'ignition et inflammation en milieu non confiné en présence d'une source d'ignition, appelé feu torche (cas des points aériens extérieurs du réseau gaz naturel) .

Une fuite sur le réseau peut se produire à la suite : d'un phénomène de corrosion, d'une rupture ou d'une perforation de canalisation à la suite d'un choc, d'un défaut d'étanchéité au niveau d'une bride, d'un raccord, d'une vanne, etc.

4.3.4. Recensement des mesures de prévention et de protection existantes

Inventaire des mesures de prévention

L'inventaire des mesures existantes de prévention porte sur les dispositions organisationnelles et les dispositifs additionnels autres que le SPF visant à éliminer ou limiter l'occurrence des dangers dus à la foudre et de diminuer leur gravité.

Réseau d'alimentation en gaz naturel

Le réseau de distribution de gaz naturel entre le poste de distribution GRT et la local compresseur gaz du site COGESTAR 3 sera équipé de plusieurs systèmes de coupure :

- une vanne de coupure extérieure en aval du compresseur permettant d'interrompre l'alimentation générale de l'installation de cogénération,
- deux vannes redondantes placées en série sur la conduite d'alimentation générale, à sécurité positive avec une fermeture asservie à la détection gaz et à une mesure de pression basse dans la canalisation.

Protection incendie et détection gaz

La détection et l'extinction seront assurées par les installations décrites ci-après :

- le caisson groupe turbo-alternateur sera protégé par un système automatique de détection et d'extinction incendie (CO2),
- le bâtiment sera équipé d'un système de sécurité incendie avec détecteur incendie et autres dispositifs de diffusion sonore et visuel d'alarme,
- le local compresseur sera également équipé d'une détection incendie et d'une détection gaz.

Les dispositions prises vis-à-vis du risque d'inflammabilité et d'explosivité sont les suivantes :

- La ligne de gaz naturel incluant les instruments, les raccords, la vanne d'arrêt à l'intérieur du package sera surveillé par un système de détection de fuite de gaz. Des capteurs associés à une centrale de détection seront placés à proximité des installations gaz. Cette centrale sera reliée à la centrale incendie de la turbine qui activera la mise à en sécurité (double électrovanne de coupure) et l'arrêt de la turbine en cas de détection.
- d'une détection incendie : centrale de détection incendie avec capteurs présents dans chaque local du site déclenchant, selon leur configuration, l'arrêt impératif de la turbine, avec coupure gaz, arrêt ventilation, etc.

Moyens matériels

La surveillance incendie du site DALKIA est assurée par le personnel de l'usine McCAIN présent durant les heures d'activités.

L'alerte des moyens de secours est donnée par le téléphone urbain (18).

Inventaire des mesures de protection

L'inventaire des éléments fonctionnels existants porte sur l'aptitude du Système de protection foudre (SPF) installé, y compris son Système de mesure de protection à l'Impulsion électromagnétique foudre (SMPI) à l'intérieur des bâtiments, visant à réduire et neutraliser l'agression causée par la foudre à un niveau acceptable.

Le site encore en projet ne comporte donc pas de mesure de protection existante.

5. Evaluation du risque et détermination des niveaux de protection

5.1. Préambule

Pour réaliser l'analyse du risque foudre, nous utilisons la norme NF EN 62305-2 (version 2006). Elle est applicable à l'évaluation du risque dans une structure dû aux coups de foudre au sol ou sur des objets.

La méthode propose une procédure d'évaluation d'un tel risque. Une fois fixée la limite supérieure du risque tolérable, la procédure permet de choisir les mesures de protection appropriées pour réduire le risque à une valeur inférieure ou égale à la valeur limite tolérable.

Pour les calculs de détermination du niveau de protection ; les équipements de protection foudre existants ne sont pas pris en compte. Ces derniers seront intégrés à l'étude technique ETF qui devra être réalisée dans un deuxième temps.

Notre analyse est effectuée avec le logiciel DEHNsupport (v 3.001) dont les résultats de la note de calcul sont joints en annexe.

5.2. Définition des données d'entrée

Les données d'entrée identifiées sont caractérisées conformément aux prescriptions de la norme EN 62305-2. A ces données sont affectés les paramètres du risque foudre.

5.2.1. Définition des paramètres

Evaluation des événements dangereux

L'évaluation des événements dangereux est représentée par la détermination des facteurs d'emplacement et d'environnement des structures.

Plusieurs paramètres sont à considérer tels que :

- le niveau kéraunique (densité de foudroiement)
- la surface équivalente d'exposition
- l'emplacement de la structure considérée par rapport aux objets environnants

Selon les données fournies pour la commune de Matougues sur la base de la carte normative :

- la densité d'arcs, à savoir le nombre d'arcs de foudre au sol par km² et par an, est de **1,80** (la moyenne française est de 1,54 arcs/km²/an)

Evaluation du risque incendie et explosion

En considérant le risque induit par les éléments combustibles utilisés pour la turbine (Gaz naturel et/ou hydrogène) et pour lesquels la demande d'autorisation ICPE fait l'objet, nous prenons en compte le risque incendie pour les structures sur la base suivante :

Chaufferie (réseau de chaleur) :

↳ **Ordinaire ($400\text{MJ/m}^2 > x > 800\text{MJ/m}^2$)** correspondant à la valeur **rf=0,01**

Local compresseur GAZ :

↳ **Elevé ($> 800\text{MJ/m}^2$)** correspondant à la valeur **rf=0,1**

En effet, les installations de type « outdoor » pour la turbine GAZ sont réalisées par des unités assemblées qui ne présentent pas de pouvoir calorifique important. Les zones ATEX sont confinées et présentes uniquement partiellement avec toutes les sécurités inhérentes au process.

Partition de la structure

Chaque structure considérée pour les calculs peut être divisée en plusieurs zones intérieures présentant des caractéristiques homogènes et selon les types de risques.

Les différentes zones sont essentiellement définies par :

- Le type de sol ou de plancher
- Les compartiments à l'épreuve du feu
- Les blindages et écrans spéciaux
- Les types de lignes entrantes

Pour les calculs, la structure est considérée avec plusieurs zones distinctes :

- ↳ ZPF0B : zone extérieure à tous les bâtiments
- ↳ ZPF1 : zone intérieure de chaque bâtiment

Evaluation des pertes de vies humaines

La valeur moyenne des pertes de vies humaines annuelle à considérer est déterminée en termes d'un nombre relatif de victimes conformément à la norme NF EN 62305-2.

Les pertes consécutives de vies humaines sont relatives aux 3 types de dommages qui sont affectés à la structure ou à sa partition en zones correspondantes :

- (Lt) pertes dues aux blessures par tension de contact et de pas
- (Lf) pertes dues aux dommages physiques
- (Lo) pertes dues aux défaillances des réseaux internes

Des facteurs de réduction sont pris en compte en fonction du type de sol (intérieur et extérieur), du type de plancher, du risque feu de la structure et des dispositions prises pour réduire les conséquences du feu.

Concernant plus particulièrement le risque de « dommages physiques » résultant d'un incendie qui peut être provoqué par le courant de foudre, le site dispose d'un plan de prévention et d'évacuation en cas d'alarme FEU qui répertorie les moyens de lutte et les aires de mise à l'abri du personnel.

Pour les calculs ci-après, il est retenu les valeurs types de pertes issues du tableau C1 de la norme NF EN 62305-2.

Concernant les facteurs de réduction, ceux-ci sont déterminés en fonction des données d'entrées énumérées dans les tableaux ci-après.

5.2.2. Définition du Groupe 1 – Chaufferie

DESCRIPTION DE LA STRUCTURE - Groupe 1			
Activité	Industrielle - Chaufferie (réseau de chaleur)		
Dimensions	Lmax : 20	lmax : 17	h(m) : 9 hmax (m) : 24
Constitution	Charpente : métallique Toiture : métallique Murs : métallique		
Blindage de la structure	non considéré (épaisseur de tôle et interconnexion avec la terre non garantis)		
Réseau de terre	Prise de terre en fond de fouille		
Interconnexion du réseau de terre de la structure	Modes	Nature du conducteur	Section (mm ²)
	avec le réseau de terre des masses BT	cuiivre nu	28 mm ²
	avec le réseau de terre des structures voisines	cuiivre nu	28 mm ²
Danger particulier	Aucun		
Mesures de protection	Tension de pas (Pa)	Protection directe (Pb)	Protection indirecte (Pc)
	Aucun	Aucun	Aucun
Situation avec les structures avoisinantes	Structure entourée par des objets de même hauteur ou plus petits		
Eléments situés en partie haute de la structure	Présence de deux cheminée (H=24m)		
Facteur FEU	Risque incendie (rf)	Mesures de protection (rp)	
	Ordinaire rf = 0,01	Détection incendie automatique Pompiers sur le site Usine McCAIN	

Caractéristiques des lignes connectées à la structure GROUPE 1

DESCRIPTION DE LA LIGNE L1 - Réseau HTA		
Type de Ligne	Distribution HTA - raccordement à la boucle 20kV Energie 20kV - enterrée avec transformateur	
Caractéristique de la ligne	Dimensions	L(m) : 500
	résistivité du sol	500 Ω m (valeur prise par défaut / non mesurée)
	écran	Pas de protection
	Position relative	Objet entouré d'objets plus élevés
	Facteur env.	Suburbain (h<10m)
Description de la struture connectée à la ligne	Dimensions	L(m) : l(m) : h(m) : hmax (m) : Boucle 20kV de l'usine McCAIN
	Position relative	Structure entourée d'objets plus élevés
Système intérieur	Type câblage	Non blindé - pas de précautions pour éviter les boucles (surface de boucle de l'ordre de 50m ²)
	Tension de tenue des réseaux int.	Uw > 4kV
	Parafoudre arrivée ligne	Absent

DESCRIPTION DE LA LIGNE L2 - Réseau de chaleur		
Type de Ligne	Distribution GAZ - raccordement au réseau usine ARKEMA réseau aérien (ligne sans transformateur)	
Caractéristique de la ligne	Dimensions	L(m) : 500
	résistivité du sol	non applicable
	écran	Pas de protection
	Position relative	Objet entouré d'objets plus élevés
	Facteur env.	Suburbain (h<10m)
Description de la struture connectée à la ligne	Dimensions	L(m) : l(m) : h(m) : 4 hmax (m) : NON APPLICABLE - réseaux sur RACK de l'usine McCAIN
	Position relative	Structure entourée d'objets plus élevés
Système intérieur	Type câblage	Non blindé - pas de précautions pour éviter les boucles (surface de boucle de l'ordre de 50m ²)
	Tension de tenue des réseaux int.	Uw > 4kV
	Parafoudre arrivée ligne	Absent

5.2.3. Définition du Groupe 2 – Compresseur GAZ

DESCRIPTION DE LA STRUCTURE - Groupe 2			
Activité	Industrielle - Bâtiment Compresseur GAZ		
Dimensions	Lmax : 6,25	lmax : 7	h(m) : 4 hmax (m) :
Constitution	Charpente : métallique Toiture : métallique Murs : métallique		
Blindage de la structure	non considéré (épaisseur de tôle et interconnexion avec la terre non garantis)		
Réseau de terre	Prise de terre en fond de fouille		
Interconnexion du réseau de terre de la structure	Modes	Nature du conducteur	Section (mm ²)
	avec le réseau de terre des masses BT	cuivre nu	28 mm ²
	avec le réseau de terre des structures voisines	cuivre nu	28 mm ²
Danger particulier	Aucun		
Mesures de protection	Tension de pas (Pa)	Protection directe (Pb)	Protection indirecte (Pc)
	Aucun	Aucun	Aucun
Situation avec les structures avoisinantes	Structure entourée par des objets plus élevés		
Eléments situés en partie haute de la structure	Présence de deux cheminée (H=24m) sur le bâtiment adjacent		
Facteur FEU	Risque incendie (rf)	Mesures de protection (rp)	
	Elevé rf = 0,1	Détection automatique GAZ et chaleur	

Caractéristiques des lignes connectées à la structure GROUPE 2

DESCRIPTION DE LA LIGNE L3 - Réseau GAZ		
Type de Ligne		Distribution GAZ - raccordement au réseau de l'usine McCAIN réseau enterré (ligne sans transformateur)
Caractéristique de la ligne	Dimensions	L(m) : 500
	résistivité du sol	500 Ω m (valeur prise par défaut / non mesurée)
	écran	Pas de protection
	Position relative	Objet entouré d'objets plus élevés
	Facteur env.	Suburbain (h<10m)
Description de la struture connectée à la ligne	Dimensions	L(m) : l(m) : h(m) : hmax (m) : Réseaux GAZ
	Position relative	Structure entourée d'objets plus élevés
Système intérieur	Type câblage	Non blindé - pas de précautions pour éviter les boucles (surface de boucle de l'ordre de 50m²)
	Tension de tenue des réseaux int.	Uw > 4kV
	Parafoudre arrivée ligne	Absent

5.3. Détermination du niveau de protection

Le processus d'évaluation du risque consiste à :

- ↳ Identifier et caractériser les données d'entrées de la structure et de son contenu, de son environnement et des personnes présentes
- ↳ Calculer les composantes de risques
- ↳ Evaluer le risque R1 et le risque R2
- ↳ Comparer le risque R1 et R2 à la valeur du risque tolérable RT
 - Si $R1$ et/ou $R2 < RT$
la structure est protégée sans aucune mesure complémentaire
 - Si $R1$ et/ou $R2 > RT$
il faut affecter à la structure un ensemble de mesures de réduction du risque en définissant le niveau NPF nécessaire. Certains paramètres ou variables sont à adapter en fonction des hypothèses appliquées.

Pour les installations existantes ou modifiées, le processus d'évaluation du risque doit faire abstraction du dispositif de capture en place et de son NPF déterminé au préalable.

Les éventuelles mesures de réduction du risque ont pour objectif d'éviter les dommages physiques sur la structure, de neutraliser les effets du courant de foudre direct et indirect, de limiter les pertes par un mode de prévention adapté et d'éviter la situation dangereuse par un mode de prévision éventuel.

Les différentes hypothèses et mesures sont évaluées et se poursuivent jusqu'à ce que l'inéquation $R1 > RT$ et/ou $R2 > RT$ soit vérifiée.

De ce fait, pour réduire le risque R, la variable du NPF (Niveau de Protection Foudre) est déterminée par décrets successifs : NPF IV – NPF III – NPF II – NPF I ou NPF I (+ ou ++).

5.4. Synthèse des résultats

La note de calcul associée à chaque structure considérée détermine, à partir du risque estimé acceptable, l'éventuelle nécessité de protéger la structure. Elle permet de lui affecter le NPF approprié.

Le Niveau de Protection Foudre est défini selon une échelle d'efficacité décroissante de 1 à 4.

Dénomination	NPF Effets directs	NPF Effets indirects
Bâtiment Chaufferie (réseau de chaleur)	Niveau IV	Niveau IV
Bâtiment Compresseur GAZ	Auto-protégé	Niveau IV

Commentaires

Il est à noter que les cheminées de 24m présentent de fait un effet attractif évident pour la foudre de par la hauteur supérieure aux bâtiments et devront être équipés de dispositifs de protection contre les effets directs selon l'étude ETF qui doit être réalisée.

De ce fait, nous pouvons aussi considérer qu'il est nécessaire d'intégrer l'installation de dispositifs de protection contre les effets indirects (parafoudres, éclateurs, etc...) sur toutes les lignes entrantes sur les éléments constitutifs de l'unité de cogénération.

6. Mesures de réduction des risques

Les mesures de réduction des risques concernent les moyens qui peuvent être mis en œuvre pour limiter les effets directs et indirects de la foudre, ce qui permet d'influencer sur les paramètres correspondants dans la note de calcul.

Elles concernent essentiellement la mise en place d'un système de protection foudre (SPF) efficace et son dispositif de capture (paramètre P_B) ainsi que des mesures d'équilibrage de potentiel tels que les parafoudres (paramètre P_{SPD}).

Toutes les dispositions nécessaires qui sont étudiées dans le cadre d'une étude technique, doivent permettre d'éviter les surtensions à l'origine d'un incident électrique ou des effets de la foudre et pouvant provoquer une étincelle à proximité des installations dangereuses.

7. Conclusion

Au vu des résultats de l'analyse, l'unité de cogénération exploitée par ENGIE Cofely nécessite la mise en œuvre de dispositifs de protection contre les effets directs et indirects de la foudre en adéquation avec les valeurs de NPF reportées dans le tableau de synthèse du paragraphe 5.4.

L'étude technique (ETF) qui doit être réalisée spécifiera précisément :

- ↳ Effets directs : caractéristiques du système de protection (type, nombre et localisation)
- ↳ Effets indirects : caractéristiques des parafoudres (type, nombre, localisation)
- ↳ Les liaisons équipotentielles à mettre en œuvre
- ↳ Les mesures de prévention éventuelle à mettre en place

L'étude technique inclut la rédaction de la notice de vérification et de maintenance.

Annexe 1

NOTES DE CALCULS

Date: 09/05/2017

Projet N°: 04/015

**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,
resultant de l'évaluation/ analyse des risques
concernant le projet suivant:**

Projet / description:

Bâtiment CHAUFFERIE
Centrale de cogénération

Client:

COGESTAR 3 – DALKIA
Centrale de cogénération
SITE McCAIN

Evaluation / analyse des risques fait par:



L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

Contenu

- 1. abréviations**
- 2. Fondements normatifs**
- 3. Risque et source de dommages**
- 4. Informations sur le projet**
 - 4.1. Sélection des risques à prendre en considération
 - 4.2. Paramètres géographiques et paramètres du bâtiment
 - 4.3. Division de la structure en zones / zones de protection contre la foudre
- 5. Lignes d'alimentation**
- 6. Propriétés de la structure**
 - 6.1. Risque d'incendie
 - 6.2. Mesures visant à réduire les conséquences d'un incendie
 - 6.3. Dangers particuliers dans le bâtiment pour les personnes
 - 6.5. Blindage spatial extérieur
- 7. Analyse des risques**
 - 7.1. Risque R1, vie humaine
 - 7.2. Sélection des mesures de protection
- 8. Obligation légale**
- 9. Information générale**
- 10. Définition**



1. ABREVIATIONS

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)

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

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.

Pour déterminer le risque en vigueur, l'objet en question doit être considéré sans aucune mesure de protection (condition actuelle). Les risques qui pourraient être causés à la suite de coups de foudre directs / indirects à la structure et les services sont considérés comme des risques R . Le risque R est la mesure d'une perte annuelle moyenne probable. Les risques à évaluer dans une structure peuvent être les suivants :

- Risque R_1 : risque de perte de vie humaine;
- Risque R_2 : risque de perte de service public;
- Risque R_3 : risque de perte d'héritage culturel;
- Risque R_4 : risque de perte de valeurs économiques.

Tous les risques ou les risques individuels doivent être évalués en fonction du type de considération. Tout risque est défini avec un risque acceptable sous forme d'une valeur numérique. Pour parvenir à un risque tolérable, techniquement et économiquement des mesures de protection contre la foudre doivent être définis par exemple des mesures de protection extérieure contre la foudre selon NF EN 62305-3:2006 et la mise en oeuvre de parafoudres selon NF EN 62305-4:2006.



L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

Pour être en mesure de déterminer plus précisément le risque concerné, les risques sont examinés en détails. Chaque risque est constitué d'une somme d'éléments de risque.

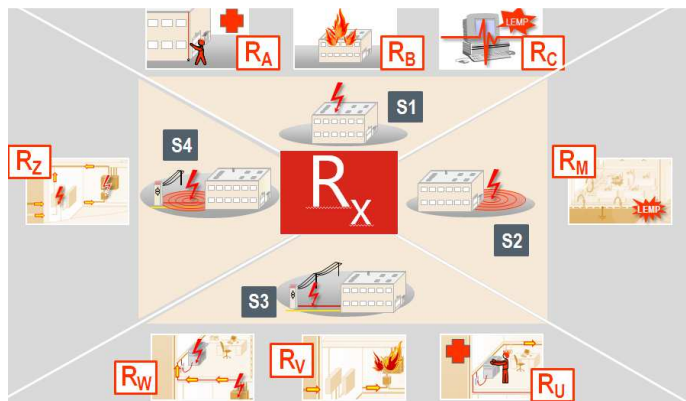
- $R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$
- $R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$
- $R_3 = R_B + R_V$
- $R_4 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$

Chaque composante de risque décrit un certain danger et donc une perte possible. La perte résultant d'effets de la foudre est défini comme suit:

- L1 = Perte de vie humaine
- L2 = Perte de service public
- L3 = Perte d'héritage culturel
- L4 = Perte de valeurs économiques

La perte éventuelle est attribuée aux composantes de risque de la manière suivante:

Les composants de risque sont différenciés selon les sources de dommages.



Source de dommages S1: Impacts sur une structure

- RA** Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues au choc électrique du fait des tensions de contact et de pas dans la structure et à l'extérieur dans les zones jusqu'à 3 m autour des conducteurs de descente. Des pertes de type L1 et, dans le cas de structures abritant le bétail, des pertes de type L4 avec pertes éventuelles d'animaux peuvent apparaître.
- RB** Composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement. Tous les types de pertes (L1, L2, L3 et L4) peuvent apparaître.
- RC** Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et dans des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Source de dommages S2: Impacts à proximité d'une structure

R_M Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Source de dommages S3: Impacts sur un service

R_U Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues au choc électrique du fait des tensions de contact à l'intérieur de la structure. Des pertes de type L1 et, dans le cas de domaines agricoles, des pertes de type L4 avec pertes éventuelles d'animaux peuvent apparaître.

R_V Composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une installation extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration du service dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les services entrants. Tous les types de pertes (L1, L2, L3, L4) peuvent apparaître.

R_W Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les services entrants et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Source de dommages S4: Impacts à proximité d'un service

R_Z Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les services entrants et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Les composantes du risque permettent d'analyser les risques et les mesures pour éviter la perte possible.

L'analyse de risque en conformité avec la norme NF EN 62305-2:2006 pour le projet COGESTAR 3 - objet Compresseur GAZ - 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 SPF, 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 Chaufferie, les risques suivants ont été sélectionnés et pris en considération:

Risque R₁: Risque de perte de vie humaine

R_T: 1,00E-05

Le risque tolérable R_T ont été définis par la sélection des risques. La norme spécifie le risque tolérable pour les risques R₁, R₂ et R₃.

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

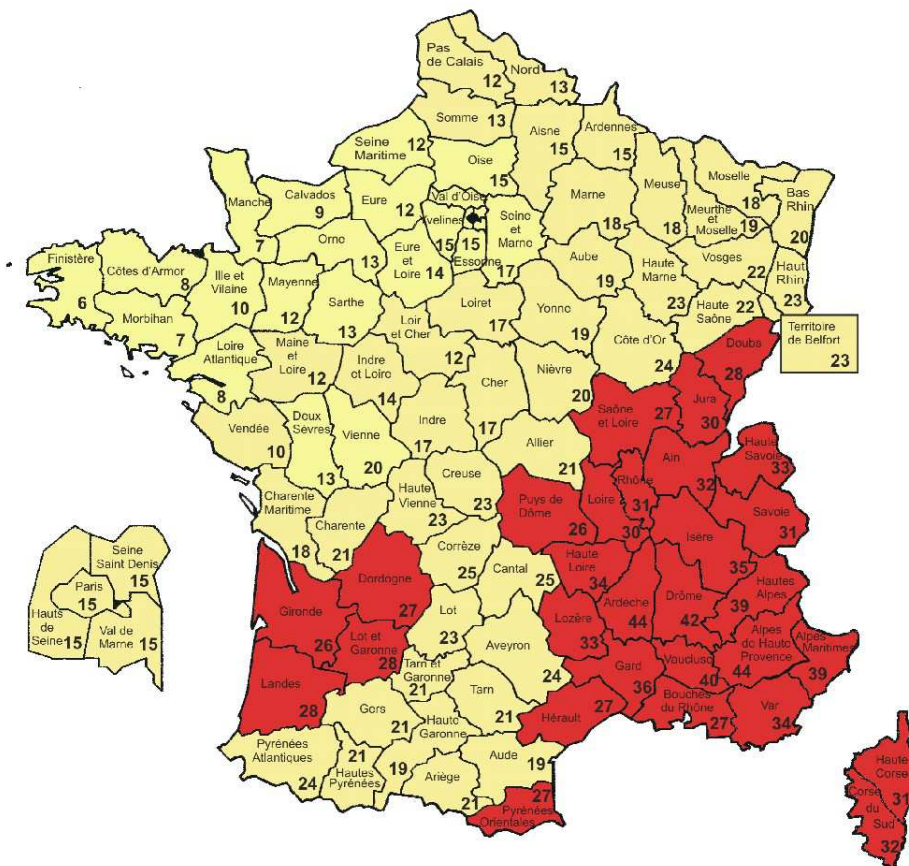
L'objectif d'une analyse des risques est de réduire le risque à un niveau acceptable RT par une sélection économiquement saine des mesures de protection.

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 / an / km². Une valeur de 1,80 coups de foudre / an / km² a été déterminée pour l'emplacement de la structure Chauffage grâce à la carte de densité de foudroiement au sol. En conséquence, il y a un nombre calculé de 18,00 jours d'orage par an pour l'emplacement du projet.

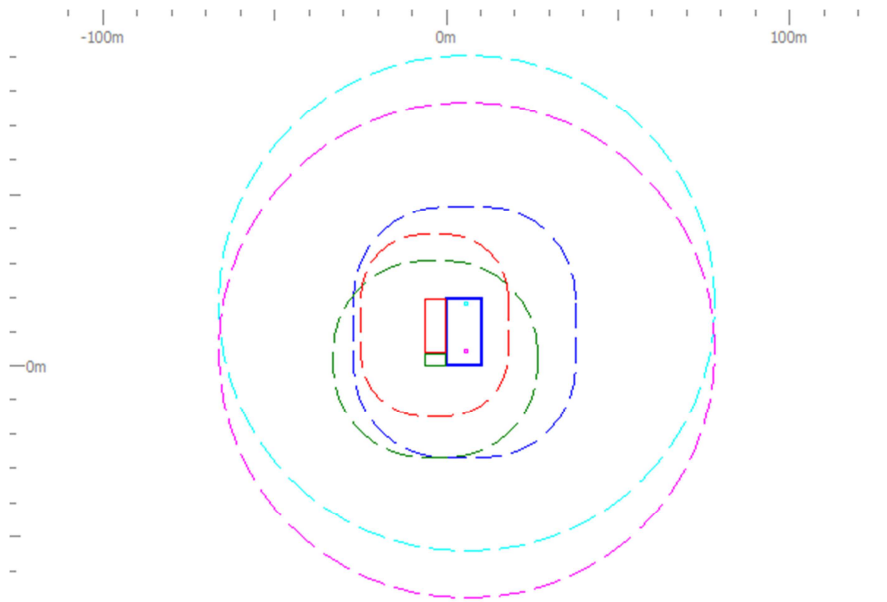
La densité de coups de foudre au sol a été prise à partir de la carte ci-dessous:



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.

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

Il en résulte une zone d'exposition calculée pour les coups de foudre directs de 18 739,00 m² et pour les coups de foudre indirects (à proximité d'une structure) de 215 740,00 m².



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 Chaufferie:

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'évènements dangereux dus aux:

- coups de foudre direct pour une structure $ND = 0,0337$ coups de foudre / an,
 - coups de foudre à proximité d'une structure $NM = 0,3546$ coups de foudre / an,
- est à prévoir.

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

La structure Chaufferie n'était pas divisée en zones de protection contre la foudre / zones.

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 Chaufferie dans l'analyse des risques:

- Boucle 20kV
- Réseau de chaleur

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

5.1 Boucle 20kV

Type de conducteur:	Enterré
Résistivité du sol:	500,00
Emplacement:	Structure isolée : pas d'autres objets à proximité
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 500,00 m.

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

- Surface d'exposition des coups de foudre directs sur le service: 11 180,00 m²
- Surface d'exposition des coups de foudre au sol à proximité du service: 279 508,00 m²

La rigidité diélectrique de l'équipement électrique qui est relié à la Boucle 20kV est $1,0 \text{ kV} < U_w \leq 1,5 \text{ kV}$.

5.2 Réseau de chaleur

Type de conducteur:	Aérien
Résistivité du sol:	500,00
Emplacement:	Structure isolée : pas d'autres objets à proximité
Environnement:	Suburbain (Hauteur des bâtiments inférieure à 10 m)
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 500,00 m.

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

- Surface d'exposition des coups de foudre directs sur le service: 12 000,00 m²
- Surface d'exposition des coups de foudre au sol à proximité du service: 500 000,00 m²

La rigidité diélectrique de l'équipement électrique qui est relié à la Réseau de chaleur est $1,0 \text{ kV} < U_w \leq 1,5 \text{ kV}$.



6. PROPRIETES 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/m²)
- Ordinaire (structures qui ont une charge calorifique spécifique comprise entre 400 MJ/m² et 800 MJ/m²)
- Elevé (structures avec une charge calorifique spécifique supérieure à 800 MJ/m²)
- 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 Chaufferie a été défini comme suit:

- Ordinaire

6.2 Mesures visant à réduire les conséquences d'un incendie

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

- Une des dispositions suivantes : extincteurs, installations d'extinction fixes déclenchées manuellement, installations manuelles d'alarme, prises d'eau, compartiments étanches, voies d'évacuation protégées

6.3 Dangers particuliers dans le bâtiment pour les personnes

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

- Pas de danger particulier

6.5 Blindage spatial extérieur

Le blindage spatial atténue le champ magnétique à l'intérieur d'une structure causés par la foudre ou à proximité de l'objet et réduit les surtensions interne.

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 Chaufferie:

- Pas de blindage

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

7. ANALYSE DES RISQUES

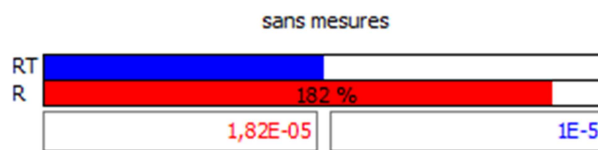
Comme décrit dans 4.1, les risques suivants selon 7. ont été évalués. La barre bleue indique la valeur de risque tolérable et la barre verte / rouge indique le risque déterminé.

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 : Chaufferie:

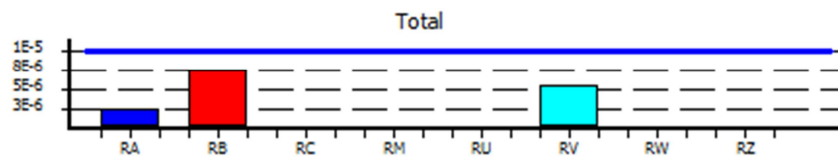
Calcul du risque R1 sans mesures de protections

Risque tolérable R_T : 1,00E-05
 Calcul du risque R1 (sans protection): **1,82E-05**



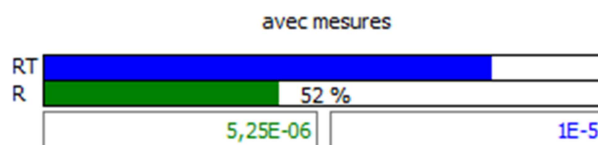
Composantes du risque:

RA	0,000003373
RB	8,4325E-06
RC	0
RM	0
RU	2,5625E-08
RV	6,40625E-06
RW	0
RZ	0
R1	1,8237E-05



Calcul du risque R1 avec mesures de protections

Risque tolérable R_T : 1,00E-05
 Calcul du risque R1 (protégé): **5,25E-06**



Composantes du risque:

RA	0,000003373
RB	1,6865E-06
RC	0
RM	0
RU	7,6875E-10
RV	1,92188E-07
RW	0
RZ	0
R1	5,25246E-06

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

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

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 Chaufferie 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 IV	2.000E-01
pEB:	Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF III ou IV	3.000E-02

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

8. OBLIGATION LEGALE

L'analyse des risques effectuée réfère aux informations fournies par l'exploitant et / ou propriétaire du bâtiment ou de l'expert qui a été supposé, évalués ou défini sur place les différentes informations. Veuillez noter que ces informations doivent être vérifiées après évaluation.

La procédure du logiciel DEHNsupport pour le calcul des risques est basée sur la norme NF EN 62305-2:2006.

Merci de noter que toutes les hypothèses, les documents, les illustrations, les dessins, les dimensions, les paramètres et les résultats ne sont pas juridiquement contraignant pour la personne qui effectue l'analyse des risques.

Lieu, date

Tampon, signature



9. INFORMATION GENERALE

9.1 Components of the external lightning protection system

Les composants de protection contre la foudre utilisés pour faire un système de protection extérieure contre la foudre doivent être conformes aux exigences mécaniques et électriques définies dans la série de norme NF EN 50164. Cette série de normes est par exemple divisée en parties:

- NF EN 50164-1:2008	Prescriptions pour les composants de connexion
- NF EN 50164-2:2008	Caractéristiques des conducteurs et des électrodes de terre
- NF EN 50164-3:2006	Prescriptions pour les éclateurs d'isolement
- NF EN 50164-4:2008	Prescriptions pour les fixations de conducteur
- NF EN 50164-5:2009	Exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre

9.1.1 NF EN 50164-1:2008 Prescriptions pour les composants de connexion

Pour l'installateur d'un système de protection contre la foudre, cela signifie que les éléments de connexion doivent pouvoir être sélectionnés sur le lieu d'installation en fonction de la décharge prévue (**H** ou **N**). Ainsi, par exemple pour une pointe de capture (courant de foudre complet), on utilisera une borne pour décharge **H** (100 kA) et par exemple pour une maille ou pour une barre de terre (courant de foudre déjà réparti), on utilisera une borne pour décharge **N** (50 kA).

9.1.2 NF EN 50164-2:2008 Caractéristiques des conducteurs et des électrodes de terre

La norme NF EN 50164-2 pose également des exigences concrètes aux conducteurs tels que les conducteurs de capture et les conducteurs de descente ou aux électrodes de terre, par exemple aux boucles de terre, telles que:

- caractéristiques mécaniques (résistance minimale à la traction, déformation minimale à la rupture),
- caractéristiques électriques (résistance spécifique maximale) et
- caractéristiques anticorrosion (vieillessement artificiel comme décrit plus haut)

Dans la norme NF EN 50164-2, il est fait mention des exigences qui doivent être remplies par les électrodes de terre. Les exigences à respecter concernent le matériau, la géométrie, les dimensions minimales ainsi que les caractéristiques mécaniques et électriques.

9.1.3 NF EN 50164-3:2006 Prescriptions pour les éclateurs d'isolement

Les éclateurs peuvent être utilisés pour la séparation galvanique d'un système de mise à la terre.

D'après la norme NF EN 50164-3, les éclateurs doivent être dimensionnés de telle sorte que les composants lorsqu'ils sont installés selon les données du fabricant, ils doivent être fiable, stable et sûr pour les personnes et les installations environnantes.

9.1.4 NF EN 50164-4:2008 Prescriptions pour les fixations de conducteur

La norme NF EN 50164-4 spécifie les exigences et essais pour les serre-câbles métalliques et non métalliques qui sont utilisés dans le cadre de lignes de pêche et ses dérivés.

9.1.5 NF EN 50164-5:2009 Exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre

D'après la norme NF EN 50164-5, les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre doivent être conçus et construits de sorte qu'ils soient fiables. S'ils sont utilisés correctement selon les données du fabricant, ils doivent être sans risque pour les personnes ou l'environnement.

10. DEFINITION

Protection coordonnée par parafoudres (Parafoudres coordonnés)

Ensemble de parafoudres coordonnés choisis de manière appropriée et mis en œuvre afin de réduire les défaillances des réseaux de puissance et de communication

Interfaces d'isolement

Dispositifs capables de réduire les chocs conduits sur les services pénétrant dans la ZPF. Ceci comprend des transformateurs d'isolement à écran mis à la terre entre les enroulements, les câbles à fibre optique non métalliques et les opto-isolateurs. Les caractéristiques de tenue d'isolement de ces dispositifs sont appropriées à la présente application de manière intrinsèque ou par parafoudre.

IEMF (impulsion électromagnétique de foudre)

Tous les effets électromagnétiques dus au courant de foudre par couplage résistif, inductif et capacitif qui crée des chocs de tension et des champs électromagnétiques.

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)

Nombre lié à un ensemble de valeurs de paramètres du courant de foudre et relatif à la probabilité que les valeurs de conception associées maximales et minimales ne seront pas dépassées lorsque la foudre apparaît de manière naturelle

SPF (système de protection contre la foudre)

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

EB (liaison équipotentielle de foudre)

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

SPD (parafoudre)

Dispositif conçu pour limiter les surtensions transitoires et évacuer les courants de choc. Il comporte au moins un composant non linéaire

Nœud

Point d'une ligne d'un service où la propagation d'un choc peut être négligée. Des exemples de nœuds sont un point de connexion d'un transformateur HT/BT ou d'une sous-station, un poste ou matériel de télécommunication (par exemple multiplexeur ou matériel xDSL) d'une ligne de communication

Dommages physiques

Dommage touchant la structure (ou son contenu) et dû aux effets mécaniques, thermiques, chimiques et explosifs de la foudre.

Blessures d'êtres vivants

Blessures, y compris la mort, de personnes ou d'animaux par choc électrique en raison des tensions de contact et de pas dues à la foudre

Risque R

Mesure de la perte annuelle moyenne probable (personnes et biens) due à la foudre, par rapport à la valeur totale (personnes et biens) de la structure à protéger

Zone d'une structure ZS

Partie d'une structure dont les caractéristiques sont homogènes et dans laquelle un seul jeu de paramètres est utilisé pour l'évaluation d'une composante du risque

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

ZPF (zone de protection contre la foudre)

Zone dans laquelle l'environnement électromagnétique de foudre est défini. Les frontières d'une ZPF ne sont pas nécessairement physiques (par exemple parois, plancher, plafond).

Blindage magnétique

Grillage métallique fermé ou écran continu entourant la structure à protéger, ou une partie de celle-ci, afin de réduire les défaillances des réseaux de puissance et de communication

Câble de protection contre la foudre

Câble spécial présentant une résistance diélectrique élevée et dont la gaine métallique est en contact continu avec le sol, directement ou au moyen d'un revêtement plastique conducteur

Conduit de protection contre la foudre

Conduit de faible résistivité en contact avec le sol (béton armé avec connexion aux structures métalliques internes ou conduit métallique).



Date: 21/04/2017

Projet N°: 04/015

**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:**

Projet / description:

Bâtiment Compresseur GAZ
Centrale de cogénération

Client:

COGESTAR 3 – DALKIA
Centrale de cogénération
SITE McCAIN

Evaluation / analyse des risques fait par:



L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

Contenu

- 1. abréviations**
- 2. Fondements normatifs**
- 3. Risque et source de dommages**
- 4. Informations sur le projet**
 - 4.1. Sélection des risques à prendre en considération
 - 4.2. Paramètres géographiques et paramètres du bâtiment
 - 4.3. Division de la structure en zones / zones de protection contre la foudre
- 5. Lignes d'alimentation**
- 6. Propriétés de la structure**
 - 6.1. Risque d'incendie
 - 6.2. Mesures visant à réduire les conséquences d'un incendie
 - 6.3. Dangers particuliers dans le bâtiment pour les personnes
 - 6.5. Blindage spatial extérieur
- 7. Analyse des risques**
 - 7.1. Risque R1, vie humaine
 - 7.2. Sélection des mesures de protection
- 8. Obligation légale**
- 9. Information générale**
- 10. Définition**



1. ABREVIATIONS

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)

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

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.

Pour déterminer le risque en vigueur, l'objet en question doit être considéré sans aucune mesure de protection (condition actuelle). Les risques qui pourraient être causés à la suite de coups de foudre directs / indirects à la structure et les services sont considérés comme des risques R . Le risque R est la mesure d'une perte annuelle moyenne probable. Les risques à évaluer dans une structure peuvent être les suivants :

- Risque R_1 : risque de perte de vie humaine;
- Risque R_2 : risque de perte de service public;
- Risque R_3 : risque de perte d'héritage culturel;
- Risque R_4 : risque de perte de valeurs économiques.

Tous les risques ou les risques individuels doivent être évalués en fonction du type de considération. Tout risque est défini avec un risque acceptable sous forme d'une valeur numérique. Pour parvenir à un risque tolérable, techniquement et économiquement des mesures de protection contre la foudre doivent être définis par exemple des mesures de protection extérieure contre la foudre selon NF EN 62305-3:2006 et la mise en oeuvre de parafoudres selon NF EN 62305-4:2006.



L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

Pour être en mesure de déterminer plus précisément le risque concerné, les risques sont examinés en détails. Chaque risque est constitué d'une somme d'éléments de risque.

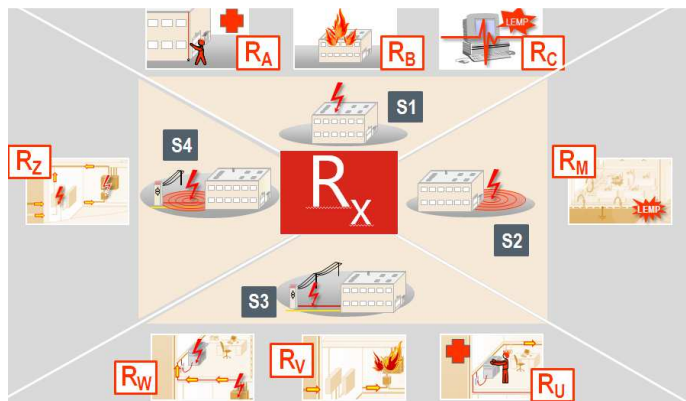
- $R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$
- $R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$
- $R_3 = R_B + R_V$
- $R_4 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$

Chaque composante de risque décrit un certain danger et donc une perte possible. La perte résultant d'effets de la foudre est défini comme suit:

- L1 = Perte de vie humaine
- L2 = Perte de service public
- L3 = Perte d'héritage culturel
- L4 = Perte de valeurs économiques

La perte éventuelle est attribuée aux composantes de risque de la manière suivante:

Les composants de risque sont différenciés selon les sources de dommages.



Source de dommages S1: Impacts sur une structure

- RA** Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues au choc électrique du fait des tensions de contact et de pas dans la structure et à l'extérieur dans les zones jusqu'à 3 m autour des conducteurs de descente. Des pertes de type L1 et, dans le cas de structures abritant le bétail, des pertes de type L4 avec pertes éventuelles d'animaux peuvent apparaître.
- RB** Composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement. Tous les types de pertes (L1, L2, L3 et L4) peuvent apparaître.
- RC** Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et dans des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Source de dommages S2: Impacts à proximité d'une structure

R_M Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Source de dommages S3: Impacts sur un service

R_U Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues au choc électrique du fait des tensions de contact à l'intérieur de la structure. Des pertes de type L1 et, dans le cas de domaines agricoles, des pertes de type L4 avec pertes éventuelles d'animaux peuvent apparaître.

R_V Composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une installation extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration du service dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les services entrants. Tous les types de pertes (L1, L2, L3, L4) peuvent apparaître.

R_W Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les services entrants et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Source de dommages S4: Impacts à proximité d'un service

R_Z Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les services entrants et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Les composantes du risque permettent d'analyser les risques et les mesures pour éviter la perte possible.

L'analyse de risque en conformité avec la norme NF EN 62305-2:2006 pour le projet COGESTAR 3 - objet Compresseur GAZ - 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 SPF, 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 Compresseur GAZ, les risques suivants ont été sélectionnés et pris en considération:

Risque R₁: Risque de perte de vie humaine R_T: 1,00E-05

Le risque tolérable R_T ont été définis par la sélection des risques. La norme spécifie le risque tolérable pour les risques R₁, R₂ et R₃.

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

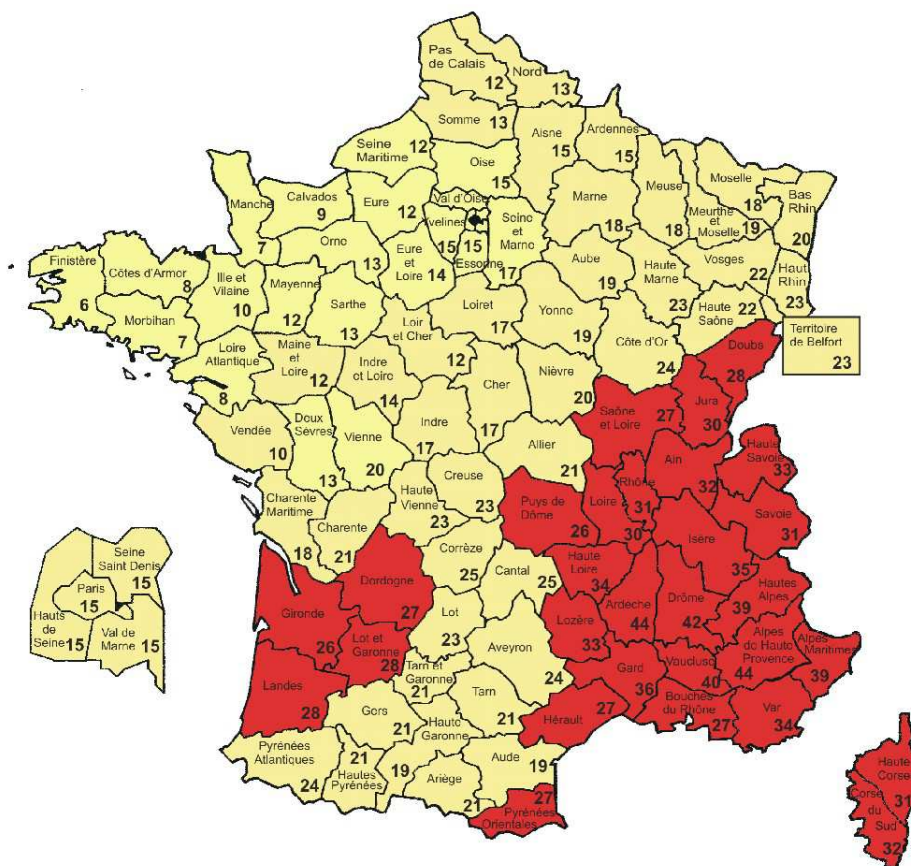
L'objectif d'une analyse des risques est de réduire le risque à un niveau acceptable RT par une sélection économiquement saine des mesures de protection.

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 $1,80 \text{ coups de foudre} / \text{an} / \text{km}^2$ a été déterminée pour l'emplacement de la structure Chaufferie grâce à la carte de densité de foudroiement au sol. En conséquence, il y a un nombre calculé de 18,00 jours d'orage par an pour l'emplacement du projet.

La densité de coups de foudre au sol a été prise à partir de la carte ci-dessous:



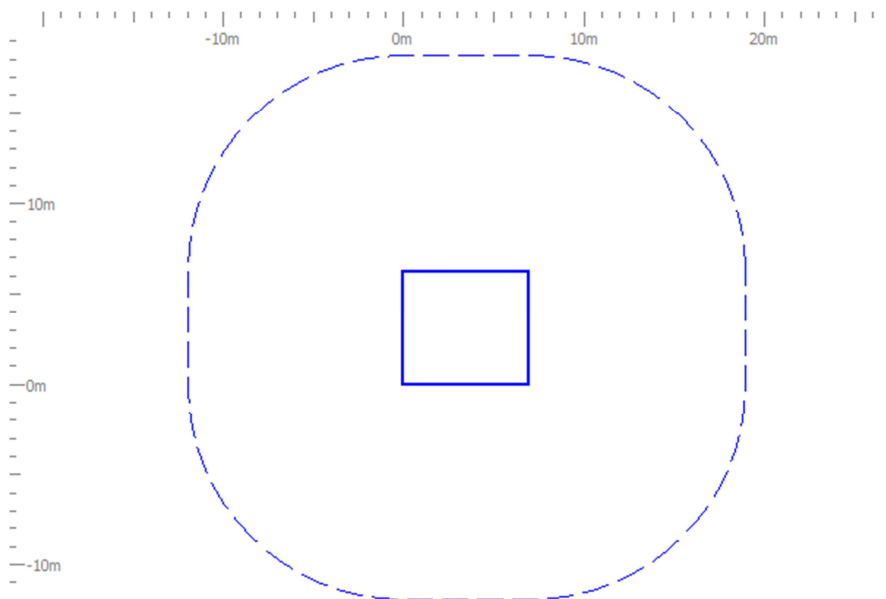
Les dimensions du bâtiment sont importantes pour le risque de coups de foudre direct. Les surfaces d'expositions des coups de foudre directs / indirects sont déterminées en fonction de ces dimensions.

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

La structure « Compresseur GAZ » a les dimensions suivantes:

L_b	Longueur:	7,00 m
W_b	Largeur:	6,25 m
H_b	Hauteur:	4,00 m
H_{pb}	Point culminant (le cas échéant):	0,00 m

Il en résulte une zone d'exposition calculée pour les coups de foudre directs de 814,00 m² et pour les coups de foudre indirects (à proximité d'une structure) de 203 018,00 m².



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 Compresseur GAZ:

Emplacement relatif C_D : 0,25

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

- coups de foudre direct pour une structure $ND = 0,0004$ coups de foudre / an,
 - coups de foudre à proximité d'une structure $NM = 0,3651$ coups de foudre / an,
- est à prévoir.

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

La structure « Compresseur GAZ » n'était pas divisée en zones de protection contre la foudre / zones.

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

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 considérée dans l'analyse des risques (la liaison équipotentielle est obligatoire).

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

- Réseau GAZ

5.1 Réseau GAZ

Type de conducteur:	Enterré
Résistivité du sol:	500,00
Emplacement:	Structure isolée : pas d'autres objets à proximité
Environnement:	Suburbain (Hauteur des bâtiments inférieure à 10 m)
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 500,00 m.

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

- Surface d'exposition des coups de foudre directs sur le service: 10 912,00 m²
- Surface d'exposition des coups de foudre au sol à proximité du service: 279 508,00 m²

La rigidité diélectrique de l'équipement électrique qui est relié à la Réseau GAZ est $1,0 \text{ kV} < U_w \leq 1,5 \text{ kV}$.

6. PROPRIETES 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/m²)
- Ordinaire (structures qui ont une charge calorifique spécifique comprise entre 400 MJ/m² et 800 MJ/m²)
- Elevé (structures avec une charge calorifique spécifique supérieure à 800 MJ/m²)
- 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 « Compresseur GAZ » a été défini comme suit:

- Elevé



L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

6.2 Mesures visant à réduire les conséquences d'un incendie

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

- Une des dispositions suivantes : installations d'extinction fixes déclenchées automatiquement, installations d'alarme automatiques

6.3 Dangers particuliers dans le bâtiment pour les personnes

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

- Pas de danger particulier

6.5 Blindage spatial extérieur

Le blindage spatial atténue le champ magnétique à l'intérieur d'une structure causés par la foudre ou à proximité de l'objet et réduit les surtensions interne.

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 Compresseur GAZ:

- Pas de blindage

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

7. ANALYSE DES RISQUES

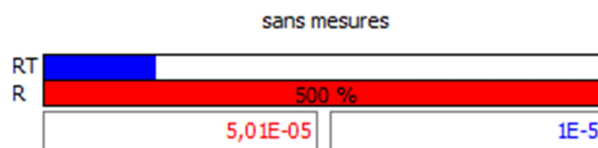
Comme décrit dans 4.1, les risques suivants selon 7. ont été évalués. La barre bleue indique la valeur de risque tolérable et la barre verte / rouge indique le risque déterminé.

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 : Compresseur GAZ:

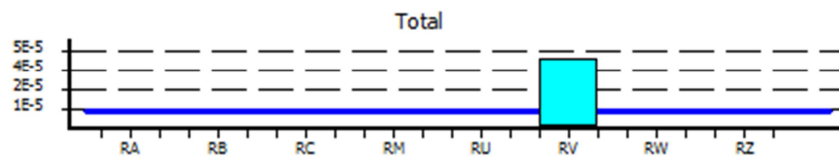
Calcul du risque R1 sans mesures de protections

Risque tolérable R_T : 1,00E-05
 Calcul du risque R1 (sans protection): **5,01E-05**



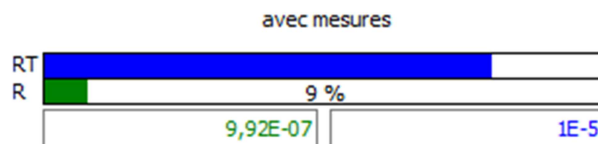
Composantes du risque:

RA	3,66E-08
RB	0,000000915
RC	0
RM	0
RU	1,9642E-08
RV	0,000049105
RW	0
RZ	0
R1	5,0076E-05



Calcul du risque R1 avec mesures de protections

Calcul du risque R1 (protégé): **9,92E-07**



Composantes du risque:

RA	3,66E-08
RB	0,000000366
RC	0
RM	0
RU	5,8926E-10
RV	5,8926E-07
RW	0
RZ	0
R1	9,9245E-07

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

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 Compresseur GAZ et n'est valable que dans le cadre de cet objet.

Mesures Avec protection/état recherché:

Région	Mesures	Facteur
pEB:	Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF III ou IV	3.000E-02
rp:	Précautions contre l'incendie Une des dispositions suivantes : installations d'extinction fixes déclenchées automatiquement, installations d'alarme automatiques	2.000E-01

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

8. OBLIGATION LEGALE

L'analyse des risques effectuée réfère aux informations fournies par l'exploitant et / ou propriétaire du bâtiment ou de l'expert qui a été supposé, évalués ou défini sur place les différentes informations. Veuillez noter que ces informations doivent être vérifiées après évaluation.

La procédure du logiciel DEHNsupport pour le calcul des risques est basée sur la norme NF EN 62305-2:2006.

Merci de noter que toutes les hypothèses, les documents, les illustrations, les dessins, les dimensions, les paramètres et les résultats ne sont pas juridiquement contraignant pour la personne qui effectue l'analyse des risques.

Lieu, date

Tampon, signature



9. INFORMATION GENERALE

9.1 Components of the external lightning protection system

Les composants de protection contre la foudre utilisés pour faire un système de protection extérieure contre la foudre doivent être conformes aux exigences mécaniques et électriques définies dans la série de norme NF EN 50164. Cette série de normes est par exemple divisée en parties:

- NF EN 50164-1:2008	Prescriptions pour les composants de connexion
- NF EN 50164-2:2008	Caractéristiques des conducteurs et des électrodes de terre
- NF EN 50164-3:2006	Prescriptions pour les éclateurs d'isolement
- NF EN 50164-4:2008	Prescriptions pour les fixations de conducteur
- NF EN 50164-5:2009	Exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre

9.1.1 NF EN 50164-1:2008 Prescriptions pour les composants de connexion

Pour l'installateur d'un système de protection contre la foudre, cela signifie que les éléments de connexion doivent pouvoir être sélectionnés sur le lieu d'installation en fonction de la décharge prévue (**H** ou **N**). Ainsi, par exemple pour une pointe de capture (courant de foudre complet), on utilisera une borne pour décharge **H** (100 kA) et par exemple pour une maille ou pour une barre de terre (courant de foudre déjà réparti), on utilisera une borne pour décharge **N** (50 kA).

9.1.2 NF EN 50164-2:2008 Caractéristiques des conducteurs et des électrodes de terre

La norme NF EN 50164-2 pose également des exigences concrètes aux conducteurs tels que les conducteurs de capture et les conducteurs de descente ou aux électrodes de terre, par exemple aux boucles de terre, telles que:

- caractéristiques mécaniques (résistance minimale à la traction, déformation minimale à la rupture),
- caractéristiques électriques (résistance spécifique maximale) et
- caractéristiques anticorrosion (vieillessement artificiel comme décrit plus haut)

Dans la norme NF EN 50164-2, il est fait mention des exigences qui doivent être remplies par les électrodes de terre. Les exigences à respecter concernent le matériau, la géométrie, les dimensions minimales ainsi que les caractéristiques mécaniques et électriques.

9.1.3 NF EN 50164-3:2006 Prescriptions pour les éclateurs d'isolement

Les éclateurs peuvent être utilisés pour la séparation galvanique d'un système de mise à la terre.

D'après la norme NF EN 50164-3, les éclateurs doivent être dimensionnés de telle sorte que les composants lorsqu'ils sont installés selon les données du fabricant, ils doivent être fiable, stable et sûr pour les personnes et les installations environnantes.

9.1.4 NF EN 50164-4:2008 Prescriptions pour les fixations de conducteur

La norme NF EN 50164-4 spécifie les exigences et essais pour les serre-câbles métalliques et non métalliques qui sont utilisés dans le cadre de lignes de pêche et ses dérivés.

9.1.5 NF EN 50164-5:2009 Exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre

D'après la norme NF EN 50164-5, les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre doivent être conçus et construits de sorte qu'ils soient fiables. S'ils sont utilisés correctement selon les données du fabricant, ils doivent être sans risque pour les personnes ou l'environnement.

10. DEFINITION

Protection coordonnée par parafoudres (Parafoudres coordonnés)

Ensemble de parafoudres coordonnés choisis de manière appropriée et mis en œuvre afin de réduire les défaillances des réseaux de puissance et de communication

Interfaces d'isolement

Dispositifs capables de réduire les chocs conduits sur les services pénétrant dans la ZPF. Ceci comprend des transformateurs d'isolement à écran mis à la terre entre les enroulements, les câbles à fibre optique non métalliques et les opto-isolateurs. Les caractéristiques de tenue d'isolement de ces dispositifs sont appropriées à la présente application de manière intrinsèque ou par parafoudre.

IEMF (impulsion électromagnétique de foudre)

Tous les effets électromagnétiques dus au courant de foudre par couplage résistif, inductif et capacitif qui crée des chocs de tension et des champs électromagnétiques.

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)

Nombre lié à un ensemble de valeurs de paramètres du courant de foudre et relatif à la probabilité que les valeurs de conception associées maximales et minimales ne seront pas dépassées lorsque la foudre apparaît de manière naturelle

SPF (système de protection contre la foudre)

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

EB (liaison équipotentielle de foudre)

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

SPD (parafoudre)

Dispositif conçu pour limiter les surtensions transitoires et évacuer les courants de choc. Il comporte au moins un composant non linéaire

Nœud

Point d'une ligne d'un service où la propagation d'un choc peut être négligée. Des exemples de nœuds sont un point de connexion d'un transformateur HT/BT ou d'une sous-station, un poste ou matériel de télécommunication (par exemple multiplexeur ou matériel xDSL) d'une ligne de communication

Dommages physiques

Dommage touchant la structure (ou son contenu) et dû aux effets mécaniques, thermiques, chimiques et explosifs de la foudre.

Blessures d'êtres vivants

Blessures, y compris la mort, de personnes ou d'animaux par choc électrique en raison des tensions de contact et de pas dues à la foudre

Risque R

Mesure de la perte annuelle moyenne probable (personnes et biens) due à la foudre, par rapport à la valeur totale (personnes et biens) de la structure à protéger

Zone d'une structure ZS

Partie d'une structure dont les caractéristiques sont homogènes et dans laquelle un seul jeu de paramètres est utilisé pour l'évaluation d'une composante du risque

L'analyse des risques pour évaluer le risque de dommage pour les structures selon NF EN 62305-2:2006

ZPF (zone de protection contre la foudre)

Zone dans laquelle l'environnement électromagnétique de foudre est défini. Les frontières d'une ZPF ne sont pas nécessairement physiques (par exemple parois, plancher, plafond).

Blindage magnétique

Grillage métallique fermé ou écran continu entourant la structure à protéger, ou une partie de celle-ci, afin de réduire les défaillances des réseaux de puissance et de communication

Câble de protection contre la foudre

Câble spécial présentant une résistance diélectrique élevée et dont la gaine métallique est en contact continu avec le sol, directement ou au moyen d'un revêtement plastique conducteur

Conduit de protection contre la foudre

Conduit de faible résistivité en contact avec le sol (béton armé avec connexion aux structures métalliques internes ou conduit métallique).

