



Chaufferie de RUEIL MALMAISON (92)

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 : 21010239	Page : 1/24
0	Juil. 2021	Etude ARF	OTE - A.WACK / B.HOUBRE	B.H. <i>BH</i>	21010239 - ARF	
1	Sept. 2021	Mises à jour	OTE - A.WACK / B.HOUBRE	B.H. <i>BH</i>		

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.....	9
4.1. RENSEIGNEMENTS GENERAUX	9
4.1.1. <i>Présentation</i>	9
4.1.2. <i>Identité administrative du site</i>	10
4.2. IDENTIFICATION DES EVENEMENTS REDOUTES.....	10
4.2.1. <i>Probabilité de survenance</i>	10
4.2.2. <i>Installations et équipements à prendre en compte</i>	11
4.2.3. <i>Inventaire des zones à risques d'explosion et d'incendie</i>	12
4.2.4. <i>Recensement des mesures de prévention et de protection existantes</i>	13
5. EVALUATION DU RISQUE ET DETERMINATION DES NIVEAUX DE PROTECTION.....	15
5.1. PREAMBULE	15
5.2. DEFINITION DES DONNEES D'ENTREE	15
5.2.1. <i>Définition des paramètres</i>	15
5.2.2. <i>Définition du Groupe 1 – Bâtiment Chaudières</i>	17
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

Pleinement engagée dans la transition énergétique de son territoire, la Ville de Rueil-Malmaison a acté sous la forme d'une délégation de service publique la construction et le développement d'un réseau de chaleur.

La principale source énergétique qui alimentera ce réseau de chaleur sera la géothermie. L'appoint et le secours de ce système sera assurée par une chaufferie fonctionnant au gaz naturel.

Ce site existant est aujourd'hui déclaré pour une puissance thermique PCI de 11,87 MW. A l'avenir, il se composera de 5 chaudières totalisant une puissance thermique PCI de 44,1 MW.

Le site actuellement déclaré au titre de la rubrique n°2910 évoluera donc vers le régime de l'enregistrement. Ainsi, le site sera soumis aux prescriptions de l'arrêté du 03/08/18 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à enregistrement au titre de la rubrique 2910.

Les activités du site relèvent de la législation des ICPE et nécessitent donc de réaliser une étude foudre réglementaire.

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

- Demande d'enregistrement : Dossier OTE - 2021
- Plan de masse et d'implantation des bâtiments

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.

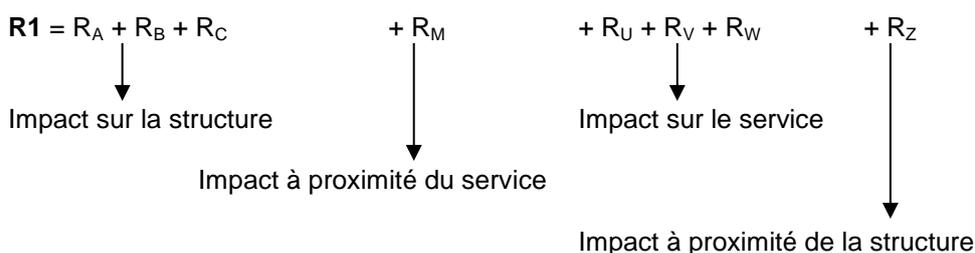
Cette méthode probabiliste permet d'évaluer l'efficacité de différentes solutions afin d'optimiser la protection. Le résultat obtenu fournit le niveau de protection à mettre en œuvre à l'aide de parafoudres et/ou de paratonnerres.

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

De par la nature même des installations de la centrale de production du réseau de chauffage urbain, nous avons ajouté à cette présente étude ARF le calcul du risque de perte de service public **R2**.

Le risque total calculé R2 est la somme des composantes des risques partiels :
 $R_B, R_C, R_M, R_V, R_W, R_Z$ appropriés pour les pertes de type L2.

Les définitions des composantes de risque sont identiques à celle décrites plus haut pour le risque R1 mais associées à la nature du risque R2.

4. Descriptions des installations

4.1. Renseignements généraux

4.1.1. Présentation

Afin d'accompagner le développement du réseau de chaleur et par conséquent l'augmentation de l'appel de puissance, il est projeté l'installation d'équipement complémentaire.

Il sera ainsi ajouté une chaudière gaz d'une puissance de 4,2 MW PCI dans le local existant et arbitrante déjà deux unités. En complément, dans un bâtiment existant il sera implanté deux unités d'une puissance unitaire de 16,2 MW PCI.

Les installations de traitement d'eau ainsi que les installations électriques nécessaires au fonctionnement des chaudières seront présentes dans un seul et même local.

Caractéristiques des chaudières du site

Existante ou future	Dénomination	Combustible	Puissance utile en MW	Référence équipement	Puissance thermique en MW PCI
Existante	CH001	Gaz Naturel	3,8	Atlantic LRR 53	4,2
Future	CH002		3,8	Atlantic LRR 53	4,2
Existante	CH003		3	Atlantic LRR 32	3,3
Future	CH004		15	non défini	16,2
Future	CH005		15	non défini	16,2
Total					44,1

Le site abritera également :

- Les échangeurs de chaleurs
- Les pompes permettant la circulation au sein du réseau de chaleur
- Une unité d'adoucissement de l'eau pour permettre l'appoint du réseau de chaleur et alimenter les chaudières (suite aux purges)
- Deux locaux coupe-feu 2 heures abritant le transformateur (TGBT)
- Un local bureau de contrôle et sanitaire
- Un local d'arrivée de gaz (réseau 300 mbar)
- Des places extérieures de parking
- Un réseau de collecte des eaux pluviales

Le temps de fonctionnement pourra varier de manière significative d'une année à l'autre dans la mesure où l'utilisation de cette unité est directement dépendante des conditions climatiques et des potentiels incidents pouvant survenir sur le site de l'usine d'incinération.

4.1.2. Identité administrative du site

Raison sociale

RUEIL ENERGIE

Forme juridique

Société par actions simplifiée au capital de 100 000 €

N° SIRET : 89480649600010

Code APE : Production et distribution de vapeur et d'air conditionné (3530Z)

Siège social

84 RUE CHARLES MICHELS

93200 SAINT-DENIS

Adresse du site

Chaufferie du réseau de Chaleur Urbain

19-21 rue du Plateau

92 500 RUEIL-MALMAISON

4.2. Identification des évènements redoutés

4.2.1. 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 de foudroiement 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.

4.2.2. Installations et équipements à prendre en compte

Les installations soumises au régime d'autorisation ou enregistrement 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
<p>Combustion à l'exclusion des activités visées par les rubriques 2770, 2771, 2971 ou 2931 et des installations classées au titre de la rubrique 3110 ou au titre d'autres rubriques de la nomenclature pour lesquelles la combustion participe à la fusion, la cuisson ou au traitement, en mélange avec les gaz de combustion, des matières entrantes</p> <p>A. Lorsque sont consommés exclusivement, seuls ou en mélange, du gaz naturel, des gaz de pétrole liquéfiés, du biométhane, du fioul domestique, du charbon, des fiouls lourds, de la biomasse telle que définie au a ou au b (i) ou au b (iv) de la définition de biomasse, des produits connexes de scierie et des chutes du travail mécanique du bois brut relevant du b (v) de la définition de la biomasse, de la biomasse issue de déchets au sens de l'article L. 541-4-3 du code de l'environnement, ou du biogaz provenant d'installations classées sous la rubrique 2781-1, si la puissance thermique nominale est :</p> <p>1. Supérieure ou égale à 20MW, mais inférieure à 50MW</p>	N°2910-A-1	Enregistrement

Equipements IPS à prendre en compte

Les équipements suivants ont été identifiés par l'exploitant au niveau du bâtiment comme importants pour la sécurité (IPS) :

- ↳ Système de détection automatique d'incendie avec transmission de l'alarme
- ↳ Système de détection GAZ

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

Cet inventaire découle de l'étude de dangers du dossier d'enregistrement.

Utilités

Gaz naturel

Le gaz naturel sera acheminé jusqu'au site via le Réseau Gaz de France (GrDF).

Un poste de détente au niveau de la chaufferie réduit la pression du gaz naturel puis amène le gaz jusqu'aux brûleurs.

Chaufferie

Le risque majeur lié à la présence d'un réseau gaz dans la chaufferie est l'explosion : formation d'un nuage de gaz à l'intérieur du bâtiment suite à une fuite sur la canalisation d'alimentation en gaz naturel des chaudières avec inflammation et explosion à l'intérieur du bâtiment.

Si un mélange inflammable air / gaz naturel se forme dans le bâtiment de la chaufferie, l'inflammation de celui-ci sera possible s'il existe une source d'énergie suffisamment puissante pour initier la combustion. L'inflammation peut alors être provoquée par contact avec une surface chaude, par étincelle mécanique au niveau des pièces en mouvement, par étincelle électrostatique, par étincelle provoquée par des travaux ou encore par la foudre.

Installation de combustion

Le risque majeur pour les installations de combustion (chaudières, moteurs) est l'explosion. Ce phénomène s'explique par la formation d'une poche de gaz (mélange air/gaz explosible) à l'intérieur de la chambre de combustion, à l'inflammation de celle-ci et à l'explosion interne de l'installation.

L'accumulation de gaz peut être due : à la perte de la flamme (débit d'oxygène ou de gaz bas ou nul), à l'accumulation de gaz conséquente à une vanne fuyarde dans le cas d'une installation à l'arrêt. Ainsi, le démarrage de l'installation peut apporter une source d'ignition engendrant l'explosion de la chambre de combustion. L'explosion de la chambre de combustion peut également être liée à un emballement du foyer ou un manque d'eau.

Le risque incendie sera présent au niveau des locaux électriques et en cas de rupture d'une canalisation gaz en présence d'une source d'ignition.

De manière générale, les sources d'ignition peuvent être des défauts d'installation électriques ou des défauts sur les installations, des feux nus (cigarette), un travail par point chaud (soudure), l'électricité statique, des défaillances de machines, un acte volontaire (malveillance), etc. Quelle que soit cette source, le phénomène engendré reste identique : incendie et/ou explosion.

4.2.4. 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

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, de fragilisation par basse température, etc.

Les vannes de coupure répertoriées sont les suivantes :

- alimentation générale du site : vanne de raccordement (sur le domaine public),
- au niveau de la chaufferie:
 - à l'extérieur du bâtiment, une vanne manuelle, deux électrovannes asservies aux détections gaz/incendie et pression
 - à l'intérieur, une électrovanne asservie aux détections gaz/incendie et pression, une vanne manuelle et deux vannes de sécurité sur chaque alimentation brûleur.

Un réseau très basse pression (300mbar) est mis en place pour limiter les risques, la détente se fait donc directement au niveau du poste de livraison et non au droit des brûleurs

Chaufferie GAZ

La chaufferie est équipée :

- d'une détection gaz (un détecteur au-dessus de la vanne de sécurité de la conduite d'alimentation, 1 détecteur par brûleur et 1 détecteur au-dessus de la bache d'eau),
- d'une détection automatique d'incendie (fumées),
- d'un système de ventilation basse et haute constituant l'une des mesures de protection principale, car elle assure un balayage continu du local.

Précisions que les détections gaz et incendie déclenchent automatiquement l'arrêt de l'alimentation en gaz, l'arrêt des chaudières et la coupure de l'alimentation électrique. Ces détections sont également associées au système de gestion technique centralisée déclenchant une alarme qui est reportée au personnel d'astreinte.

Une vanne manuelle de coupure générale de l'alimentation et deux vannes automatiques asservies à pressostats (pression basse et pression haute) sont situées à l'extérieur du bâtiment. Ces vannes sont également asservies à la détection gaz présente dans le bâtiment.

Installation de combustion

Divers éléments de sécurité sont présents sur les chaudières :

- redondance des vannes sur la ligne d'alimentation,
- sécurité sur les lignes d'alimentation en combustible, en particulier le contrôle de flamme, de température et de pression,
- séquence de rallumage mettant en jeu une séquence automatique de ventilation permettant d'éliminer le gaz présent,
- pressostats et soupapes,
- sécurité par manque d'eau,
- instrumentation automatisée du process détectant les anomalies,
- arrêt d'urgence.

Les chaudières seront également équipées d'équipements de sécurité spécifiques au réseau eau : thermostat de surchauffe, débitmètre, détection de manque d'eau. En l'absence du personnel d'exploitation sur le site, les défauts de synthèse de chaque générateur sont remontés à l'astreinte via le système de supervision.

Moyens matériels

La surveillance du site est assurée par le personnel présent durant les heures d'activités. L'alerte des moyens de secours est donnée par le téléphone urbain (18).

Moyens communs à l'ensemble du projet	
Extincteurs	Extincteurs adaptés au risque répartis dans l'ensemble des locaux
Poteaux incendie	Des poteaux incendie sont présents à l'extérieur du site, conformément aux prescriptions réglementaires et en accord avec les services de secours
Détection automatique d'incendie	Détection de flamme et fumées
Détection de gaz	Détection des gaz dans les locaux présentant son utilisation

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 3.150) 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 :

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

Pour la commune de RUEIL-MALMAISON et environs dans le département des Hauts-de-Seines (92) et sur la base des données de Météorage, la valeur de la densité de foudroiement à retenir est :

$$N_{SG} = 1,5 \text{ impacts/km}^2/\text{an}$$

Evaluation du risque incendie et explosion

En considérant le risque induit par le combustible utilisé dans le bâtiment pour une puissance importante et pour lesquels la demande d'autorisation ICPE fait l'objet, nous prenons en compte le risque incendie pour toutes les structures sur une base élevée :

↳ **Elevé (supérieur à 800MJ/m²)** correspondant à la valeur **rf=0,1**

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

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.

5.2.2. Définition du Groupe 1 – Bâtiment Chaufferie

DESCRIPTION DE LA STRUCTURE - Bâtiment chaufferie			
Activité	Industrielle - Groupement		
Dimensions	Lmax : 32,6m lmax : 36,6m hmax : 30,4m		
Constitution	Charpente : Métal Toiture : Végétalisée Murs : Béton et/ou bardage métallique		
Blindage de la structure	non considéré		
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	28mm ²
	Avec le réseau de terre des structures voisines	Non précisé	
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 hauts		
Éléments situés en partie haute de la structure	Végétations Cheminées		
Facteur FEU	Risque incendie (rf)		Mesures de protection (rp)
	Elevé rf = 0,1		Détection incendie automatique Système de détection de gaz
Lignes entrantes	<ul style="list-style-type: none"> - Ligne CFA depuis coffret en limite de propriété - Ligne CFO depuis coffret en limite de propriété - Ligne HT 20kV depuis le réseau de distribution - Ligne HT 20kV depuis local HT/BT 		

NOTA IMPORTANT

Les lignes entrantes des réseaux métalliques (GAZ, EAU, etc...) ne pas sont prises en compte dans les calculs du niveau de protection en considérant qu'elles seront systématiquement interconnectées avec la liaison équipotentielle du bâtiment avant pénétration dans la structure.

Les liaisons informatiques (fibre optique) ne sont pas prises en compte dans la liste des lignes entrantes. Elles sont hors du spectre de cette étude.

Caractéristiques de la ligne connectée au groupement 1

DESCRIPTION DE LA LIGNE HT 20kV depuis le réseau de distribution		
Type de Ligne	Distribution HT Energie 20kV - ligne enterrée avec transformateur HT/BT	
Caractéristique de la ligne	Dimensions	L : 100m
	Résistivité du sol	500Ωm (valeur prise par défaut/ non mesurée)
	Ecran	Pas de protection
	Position relative	Enterrée
	Facteur env.	Urbain
Système intérieur	Type de 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 > 4,0 kV
	Parafoudre arrivée ligne	ABSENT

DESCRIPTION DE LA LIGNE HT 20kV depuis local HT/BT		
Type de Ligne	Distribution HT Energie 20kV - ligne enterrée	
Caractéristique de la ligne	Dimensions	L : 44m
	Résistivité du sol	500Ωm (valeur prise par défaut/ non mesurée)
	Ecran	Pas de protection
	Position relative	Objet entouré d'objets plus élevés
	Facteur env.	Suburbain
Description de la structure connectée à la ligne	Dimensions	Lmax : 86m lmax : 52m h : 20m hmax : 42,5m
	Position relative	Structure entourée par des objets de la même hauteur ou plus petits
Système intérieur	Type de câblage	Non blindé - pas de précautions pour éviter les boucles (surface de boucle de l'ordre de 50m²)
	Tension de tenue des réseaux int.	1,0kV < Uw <= 1,5 kV
	Parafoudre arrivée ligne	ABSENT

DESCRIPTION DE LA LIGNE CFO depuis coffret en limite de propriété		
Type de Ligne		Distribution BT - Ligne enterrée (ligne sans transformateur)
Caractéristique de la ligne	Dimensions	L : 40m
	Résistivité du sol	500Ωm(valeur prise par défaut/ non mesurée)
	Ecran	Pas de protection
	Position relative	Objet entouré d'objets plus élevés
	Facteur env.	Urbain
Système intérieur	Type de câblage	Non blindé - pas de précautions pour éviter les boucles (surface de boucle de l'ordre de 50m²)
	Tension de tenue des réseaux int.	1,0kV < Uw <= 1,5 kV
	Parafoudre arrivée ligne	ABSENT

DESCRIPTION DE LA LIGNE CFA depuis coffret en limite de propriété		
Type de Ligne		Ligne télécommunication - Ligne enterrée (ligne sans transformateur)
Caractéristique de la ligne	Dimensions	L : 40m
	Résistivité du sol	500Ωm(valeur prise par défaut/ non mesurée)
	Ecran	Pas de protection
	Position relative	Objet entouré d'objets plus élevés
	Facteur env.	Urbain
Système intérieur	Type de câblage	Non blindé - pas de précautions pour éviter les boucles (surface de boucle de l'ordre de 50m²)
	Tension de tenue des réseaux int.	1,0kV < Uw <= 1,5 kV
	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
- ↳ Comparer le risque R1 à la valeur du risque tolérable RT
 - Si $R1 < RT$
la structure est protégée sans aucune mesure complémentaire
 - Si $R1 > RT$
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 $R1 < RT$ soit vérifiée.

De ce fait, pour réduire le risque R1, 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 ++).

La démarche est identique pour l'évaluation des pertes de services publics – risque R2 – qui a été pris en compte dans cette étude.

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
Groupe 1 : Bâtiment chaudières	NPF III	NPF III

Un niveau de protection foudre différent est requis selon les calculs de la norme NF EN 62305-2. Une protection contre les effets directs et indirects de la foudre doit être dimensionnée pour répondre aux attentes définies par cette Analyse de Risque Foudre en fonction des bâtiments.

Commentaires

Il est à noter que tous les équipements techniques installés en extérieur doivent être interconnectés avec la liaison équipotentielle générale. Les cheminées de 30,4mI présentent un effet attractif évident pour la foudre de par la hauteur supérieure aux bâtiments adjacents et seront équipés de dispositifs de protection contre les effets directs selon l'étude ETF qui doit être réalisée en complément de l'analyse du risque.

De même, il est important de vérifier que tous les réseaux métalliques (gaz, eau, chaleur, etc...) seront interconnectés avec la liaison équipotentielle de foudre à la pénétration dans les bâtiments pour valider les hypothèses de calculs qui ont été pris dans l'ARF.

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 ARF, la chaufferie urbaine de RUEIL MALMAISON 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: 16/07/2021

Projet N°: 07/018

Protection contre la foudre
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:

CENTRALE THERMIQUE URBAINE – Chaudière à GAZ

92800 – RUEIL-MALMAISON

Client:



Evaluation / analyse des risques fait par:



Contenu

- 1. ABREVIATIONS**
- 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
 - 6.4. Blindage spatial extérieur
- 7. ANALYSE DES RISQUES**
 - 7.1. Risque R1, vie humaine
 - 7.2. Risque R2, service public
 - 7.3. Sélection des mesures de protection
- 8. OBLIGATION LEGALE**
- 9. INFORMATION GENERALE**
- 10. DEFINITION**

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)
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 définies par exemple des mesures de protection extérieure contre la foudre selon NF EN 62305-3:2006 et la mise en œuvre 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.

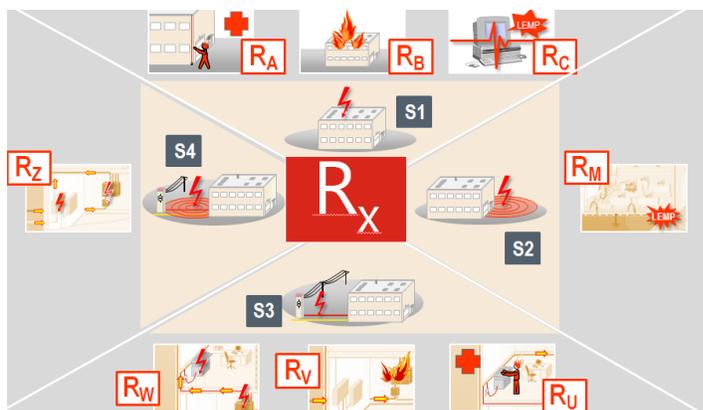
- $R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$
- $R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$
- $R_3 = R_B + R_V$
- $R_4 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$

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

- R_A** 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.
- R_B** 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.
- R_C** 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 de construction de la centrale Rueil énergie 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 de la centrale Rueil énergie, les risques suivants ont été sélectionnés et pris en considération:

Risque R1:	Risque de perte de vie humaine	RT: 1,00E-05
Risque R2:	Risque de perte de service public	RT: 1,00E-03

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

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

4.2 Paramètres géographiques et paramètres du bâtiment

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 :

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

Pour la commune de RUEIL MALMAISON dans le département des Hauts-de-Seine (92) et sur la base des données de Météorage, la valeur de la densité de foudroiement à retenir est :

$$N_{sg} = 1,5 \text{ impacts/km}^2/\text{an}$$

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.



Il en résulte une zone d'exposition calculée pour les coups de foudre directs de 27 072,00 m² et pour les coups de foudre indirects (à proximité d'une structure) de 227 490,00 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 de la centrale Reuil énergie:

Emplacement relatif C_D : 0,50

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 $ND = 0,0203$ coups de foudre / an,
- coups de foudre à proximité d'une structure $NM = 0,3209$ coups de foudre / an,

est à prévoir.

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

La structure de la centrale Reuil énergie n'était pas divisée en zones de protection contre la foudre.

5. LIGNES D'ALIMENTATION

Tous les services entrants et sortants de la structure doivent être pris en considération dans l'analyse des risques. Les autres conduits ne doivent pas être pris en considération si ils sont reliés 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 de la centrale Reuil énergie dans l'analyse des risques:

- Ligne CFA depuis coffret en limite de propriété
- Ligne CFO depuis coffret en limite de propriété
- Ligne HT 20kV depuis le réseau de distribution
- Ligne HT 20kV depuis local HT/BT

5.1 Ligne CFA depuis coffret en limite de propriété

Type de conducteur:	Enterré
Résistivité du sol:	500,00
Emplacement:	Structure entourée par des objets plus hauts
Environnement:	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (Hauteur des bâtiments supérieure à 20 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 40,00 m.

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

- Surface d'exposition des coups de foudre directs sur le service: 894,00 m²
- Surface d'exposition des coups de foudre au sol à proximité du service: 22 361,00 m²

La rigidité diélectrique de l'équipement électrique qui est relié à la Ligne CFA depuis coffret en limite de propriété est :
 $1,0 \text{ kV} < U_w \leq 1,5 \text{ kV}$.

5.2 Ligne CFO depuis coffret en limite de propriété

Type de conducteur:	Enterré
Résistivité du sol:	500,00
Emplacement:	Structure entourée par des objets plus hauts
Environnement:	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (Hauteur des bâtiments supérieure à 20 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 40,00 m.

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

- Surface d'exposition des coups de foudre directs sur le service: 894,00 m²
- Surface d'exposition des coups de foudre au sol à proximité du service: 22 361,00 m²

La rigidité diélectrique de l'équipement électrique qui est relié à la ligne CFO depuis coffret en limite de propriété est :
 $1,0 \text{ kV} < U_w \leq 1,5 \text{ kV}$.

5.3 Ligne HT 20kV depuis le réseau de distribution

Type de conducteur:	Enterré
Résistivité du sol:	500,00
Emplacement:	Structure entourée par des objets plus hauts
Environnement:	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (Hauteur des bâtiments supérieure à 20 m)
Transformateur:	Service de puissance HT (avec transformateur HT/BT)

La longueur du conducteur extérieur à la structure vers le nœud suivant est de 100,00 m.

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

- Surface d'exposition des coups de foudre directs sur le service: 2 236,00 m²
- Surface d'exposition des coups de foudre au sol à proximité du service: 55 902,00 m²

La rigidité diélectrique de l'équipement électrique qui est relié à la Ligne HT 20kV depuis le réseau de distribution est :
 $U_w > 4,0 \text{ kV}$.

5.4 Ligne HT 20kV depuis local HT/BT

Type de conducteur:	Enterré
Résistivité du sol:	500,00
Emplacement:	Structure entourée par des objets plus hauts
Environnement:	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (Hauteur des bâtiments supérieure à 20 m)
Transformateur:	Service de puissance HT (avec transformateur HT/BT)

La longueur du conducteur extérieur à la structure vers le nœud suivant est de 60,00 m.

En conséquence, la zone d'exposition calculée pour les coups de foudre à la structure connectée est de 713,00 m².

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

- Surface d'exposition des coups de foudre directs sur le service: 1 040,00 m²
- Surface d'exposition des coups de foudre directs à proximité du service: 33 541,00 m²

La rigidité diélectrique de l'équipement électrique qui est relié à la Ligne HT 20kV depuis local HT/BT est :
 $U_w > 4,0 \text{ kV}$

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 de la centrale Reuil énergie a été défini comme suit:

- Elevé

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 de la centrale Rueil énergie a été défini comme suit:

- Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)

6.4 Blindage spatial extérieur

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

Ceci peut être réalisé par un réseau maillé de liaison équipotentielle entremêlée dans lequel toutes les parties conductrices de la structure et les systèmes internes sont intégrées. Par conséquent, le bouclier spatial externe / interne est seulement une partie d'une structure de bâtiment blindé. Il faut remarquer que les blindages et les conduits métalliques soient reliés à une borne d'équipotentialité, et que le matériel soit connecté à la même borne d'équipotentialité du bâtiment.

Dans ce contexte, les exigences normatives en vigueur doivent être respectées.

Couverture de la centrale :

- 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 R1 et R2 ont été évalués. La barre bleue indique la valeur de risque tolérable et la barre verte / rouge indique le risque déterminé.

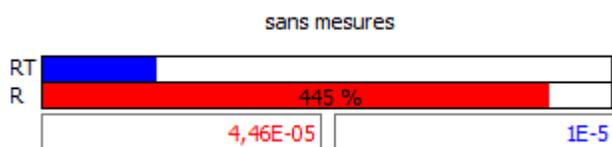
7.1 Risque R1, vie humaine

Le risque suivant a été déterminé pour les personnes à l'extérieur et à l'intérieur de la structure de la centrale Rueil énergie:

Evaluation du risque R1 sans mesures de protection

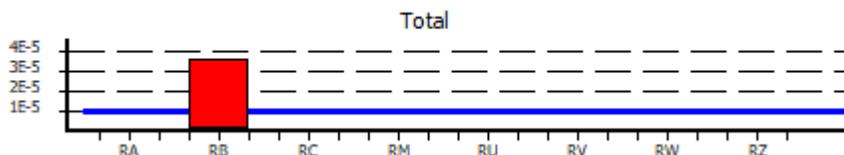
Risque tolérable R_T : 1,00E-05

Calcul du risque R1 (sans protection): 4,46E-05



Composantes du risque :

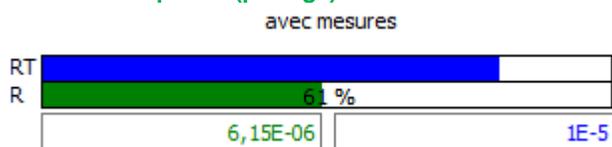
RA	2,0304E-06
RB	0,000040608
RC	0
RM	0
RU	9,69E-10
RV	0,000001938
RW	0
RZ	0
R1	4,45774E-05



Evaluation du risque R1 avec mesures de protection

Risque tolérable R_T : 1,00E-05

Calcul du risque R1 (protégé): 6,15E-06



Composantes du risque :

RA	2,0304E-06
RB	4,0608E-06
RC	0
RM	0
RU	2,907E-11
RV	5,814E-08
RW	0
RZ	0
R1	6,14937E-06

Pour réduire le risque, il est nécessaire de prendre des mesures, comme décrit dans 7.3

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

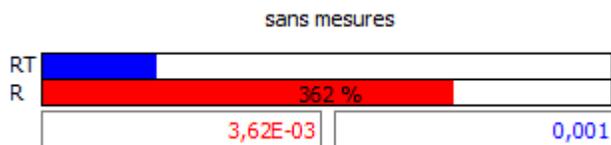
7.2 Risque R2, service public

Le risque suivant a été déterminé pour les pertes de service public R2.

Evaluation du risque R2 sans mesures de protection

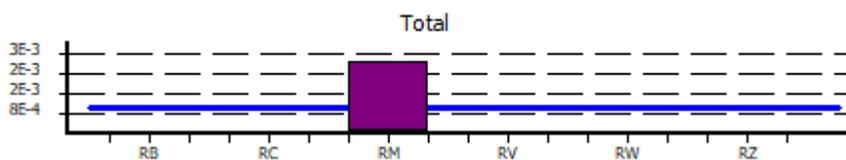
Risque tolérable R_T : 1,00E-05

Calcul du risque R2 (sans protection): 3,46E-03



Composantes du risque :

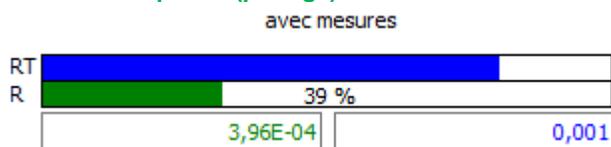
RB	0,000040608
RC	0,00020304
RM	0,00320931
RV	0,000001938
RW	0,00000969
RZ	0
R2	0,00346459



Evaluation du risque R2 avec mesures de protection

Risque tolérable R_T : 1,00E-05

Calcul du risque R2 (protégé): 3,96E-05



Composantes du risque :

RB	4,0608E-06
RC	2,32901E-05
RM	0,000368131
RV	5,814E-08
RW	2,907E-07
RZ	0
R2	0,00039583

Pour réduire le risque, il est nécessaire de prendre des mesures, comme décrit dans 7.3

7.3 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 le projet de la centrale Rueil énergie concernant la structure du bâtiment 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 III	1.000E-01
	pEB: Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF III	3.000E-02
	<u>Ligne CFA depuis coffret en limite de propriété:</u>	
	pSPD: Protection coordonnée par parafoudres NPF III	3.000E-02
	<u>Ligne CFO depuis coffret en limite de propriété:</u>	
	pSPD: Protection coordonnée par parafoudres NPF III	3.000E-02
	<u>Ligne HT 20kV depuis le réseau de distribution:</u>	
	pSPD: Protection coordonnée par parafoudres NPF III	3.000E-02
	<u>Ligne HT 20kV depuis local HT/BT:</u>	
	pSPD: Protection coordonnée par parafoudres NPF III	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 peut être utilisé pour la séparation galvanique d'un système de mise à la terre.

D'après la norme NF EN 50164-3, les éclateurs doivent être dimensionnées 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

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).

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

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).