

ANNEXES

ANNEXE 1

I. GÉNÉRALITÉS

L'approche par barrières consiste tout d'abord à vérifier, sur la base de certains critères, si la barrière de sécurité peut être retenue pour le scénario étudié. Il est ensuite attribué un niveau de confiance aux barrières de sécurité retenues.

La combinaison de la fréquence d'occurrence de l'événement initiateur et des niveaux de confiance des barrières de sécurité participant à la maîtrise d'un même scénario, permet d'estimer une classe de probabilité d'occurrence du scénario.

Cette démarche découle de travaux menés par l'INERIS dans le cadre de programmes de recherche financés par le Ministère chargé de l'environnement, à savoir le DRA 39 « *Évaluation des barrières de sécurité de prévention et de protection utilisées pour réduire les risques d'accidents majeurs* », le DRA-34 « *Analyse des risques et prévention des accidents majeurs* », ainsi que de diverses études réalisées par la Direction des Risques Accidentels.

La probabilité d'un événement initiateur est issue de l'expérience et elle inclut des barrières de sécurité et leur efficacité. On considère notamment :

- la résistance des matériels mis en jeu,
- les procédures internes de sécurité mises en œuvre,
- les procédures de sécurité qui permettent d'éviter l'événement initiateur (source d'ignition par exemple).

Cependant, la probabilité des événements initiateurs reste très souvent aléatoire, en l'absence de données bibliographiques suffisantes à l'heure actuelle.

En conséquence, dans la présente étude, la démarche suivante a été retenue :

1. Prise en compte de la probabilité de l'événement initiateur lorsque celle-ci existe et s'avère fiable.
2. Prise en compte des barrières organisationnelles et techniques (ainsi que des caractéristiques intrinsèques) mises en place au regard des événements courants pour déterminer la probabilité de l'événement initiateur, chaque événement courant ayant par défaut une probabilité initiale de 1 (événement courant).
3. Comparaison, lorsque cela s'avère possible, de la probabilité de l'événement initiateur avec la probabilité du même événement initiateur déterminé pour une autre branche d'activité.

II. DÉFINITIONS

Afin de faciliter la compréhension de la démarche d'évaluation de la probabilité d'un événement dangereux, on précisera ci-après quelques définitions sur les termes employés :

- **Barrière technique de sécurité (BTS)** : barrière qui permet d'assurer une fonction de sécurité. Elle est constituée d'un dispositif de sécurité ou d'un système instrumenté de sécurité qui s'oppose à l'enchaînement d'événements susceptibles d'aboutir à un accident.
- **Dispositif de sécurité** : c'est en général un élément unitaire, autonome, ayant pour objectif de remplir une fonction de sécurité, dans sa globalité. On distingue :
 - o le dispositif passif, qui ne met en jeu aucun système mécanique (mur coupe-feu, rétention, etc.),
 - o le dispositif actif, qui met en jeu un dispositif mécanique (ressort, levier, etc.).

- **Efficacité** : l'efficacité d'une BTS est évaluée au regard de son aptitude à remplir la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie, dans son contexte d'utilisation et pendant une durée donnée de fonctionnement. Cette aptitude s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie, en considérant un fonctionnement normal (non dégradé). Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la barrière technique de sécurité.
- **Système instrumenté de sécurité (SIS)** : combinaison de capteurs, d'unité de traitement et d'actionneurs (équipements de sécurité) ayant pour objectif de remplir une fonction ou sous fonction de sécurité.
- **Équipement de sécurité** : élément d'un SIS qui remplit une sous-fonction de sécurité.
- **Fonction de sécurité** : fonction ayant pour but la prévention et la protection d'événements redoutés. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir de barrières techniques de sécurité, de barrières organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

Une même fonction de sécurité peut être réalisée par différentes barrières de sécurité.

Une fonction de sécurité peut se décomposer en sous-fonctions de sécurité liées.

- **Niveau de confiance (NC)** : c'est la classe de probabilité de défaillance à la sollicitation de la mesure de sécurité, dans son environnement d'utilisation, soit la probabilité qu'elle n'assure pas la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie lorsqu'elle est sollicitée.
- **Principe de concept éprouvé** : un équipement simple est de conception éprouvée soit, lorsqu'il a subi des tests de « qualification » par l'utilisateur ou d'autres organismes, soit lorsqu'il est utilisé depuis plusieurs années sur des sites industriels et que le retour d'expérience sur son application est positif. Pour cela, on peut s'appuyer sur :
 - le retour d'expérience de l'utilisateur (exploitant, service maintenance, inspection, etc.), voire du fournisseur,
 - l'accidentologie (retour d'expérience des accidents et incidents),
 - les standards indiqués par des syndicats professionnels.
- **Redondance** : existence, dans une entité, de plus d'un moyen pour accomplir une fonction requise.
- **Temps de réponse** : il correspond à l'intervalle de temps entre le moment où une barrière de sécurité, dans un contexte d'utilisation, est sollicitée et le moment où la fonction de sécurité assurée par cette barrière de sécurité est réalisée dans son intégralité. Il s'exprime en secondes.

III. DÉTERMINATION DES FRÉQUENCES D'OCCURRENCE DES ÉVÈNEMENTS INITIATEURS

Dans la réalisation des nœuds papillons, les évènements initiateurs interviennent uniquement dans l'arbre des causes. Pour chaque branche de cet arbre, on affecte une fréquence d'occurrence aux évènements issue de banques de données tels que Reference manual BEVI Risk Assessment, le Handbook for failure frequencies, etc.

Le retour d'expériences issu de l'accidentologie interne ou externe peut aussi être utilisé directement ou pour ajuster ou confirmer la fréquence d'occurrence retenue.

Ainsi, les évènements initiateurs des phénomènes dangereux sont combinés à des fréquences d'occurrence.

Bases de données disponibles :

Les bases de données gouvernementales telles que :

- le Reference manual BEVI risk assessment ,
- le Handbook for failure frequencies,
- le FRED 2.

D'autres données sont également accessibles :

- les bases de données issues d'un retour d'expérience des sociétés spécialisées (DOROTE, CHARAD, etc.),
- des banques de données issues de guide telles que :
 - o ARAMIS,
 - o DRA 34 – ope J – Intégration de la dimension probabiliste dans les analyses de risques – Partie 2 données quantitatives,
 - o COVO,
 - o OREDA,
 - o EIREDA,
 - o Guideline PERD 1989,
 - o Last Fire,
 - o LOPA,
 - o Base de données de DNV.

IV. CRITÈRES DE PRISE EN COMPTE DES BARRIÈRES

Les performances des mesures de maîtrise des risques doivent être évaluées et justifiées. Plus généralement, pour être prises en compte dans l'évaluation de la probabilité, les mesures de sécurité indépendantes doivent répondre à quatre critères :

- Efficacité,
- Cinétique,
- Maintenabilité,
- Testabilité.

L'INERIS a par exemple proposé deux méthodes d'évaluation de la performance des mesures de maîtrise des risques¹ : l'une adaptée aux mesures techniques et la seconde méthode concernant les mesures organisationnelles, à travers des critères d'efficacité, d'indépendance, de temps de réponse et enfin, par l'attribution d'un niveau de confiance :

- **Indépendance** : il faut s'assurer que la mesure de sécurité est bien indépendante du procédé, des autres dispositifs et de l'exploitation.
- **Efficacité ou capacité de réalisation** (cf. définitions ci-dessus) : elle est liée au dimensionnement du dispositif. L'évaluation en termes de capacité de réalisation passe par l'étude de trois critères :
 - o Concept éprouvé.

¹ OMEGA 10 – Evaluation des dispositifs de prévention et de protection utilisés pour réduire les risques d'accidents majeurs et OMEGA 20 – Démarche d'évaluation des barrières humaines de sécurité (date de publication : 10/10/06).

- Dimensionnement adapté.
- Résistance aux contraintes spécifiques.
- **Temps de réponse (cf. définitions ci-dessus)** : le temps de réponse est à comparer à la cinétique du phénomène.
- **Niveau de confiance (ou intégrité de sécurité)** : La probabilité est calculée pour une capacité de réalisation et un temps de réponse donnés. Elle est liée aux paramètres suivants :
 - Type d'architecture,
 - Principe de sécurité positive,
 - Tolérance à la première défaillance,
 - Comportement sur défaut (mise hors service, blocage ou dérive possible),
 - Maintien dans le temps de la qualité de la mesure (existence de procédures de tests réguliers, de maintenance préventive, de procédures d'installation ou d'inspection/audits internes).

Ainsi, ces mesures doivent tout d'abord répondre au même critère d'indépendance et sont regroupées en deux catégories : **les mesures de pré-dérive** (ex : contrôle d'une température avant la mise en œuvre du process) et **les mesures de rattrapage de dérive** (ex : extinction d'un incendie par un opérateur).

Pour évaluer la performance de ces mesures, des pré-requis sont indispensables : la formation et l'habilitation des opérateurs, la coordination et la communication opérationnelle des acteurs (notamment dans le cas d'un travail d'équipe), l'entraînement et les exercices, l'encadrement du recours à la sous-traitance, ainsi que le critère de disponibilité des opérateurs. Ces critères sont impératifs pour considérer qu'une mesure de ce type est efficace.

V. DÉTERMINATION DU NIVEAU DE CONFIANCE (NC) DES BARRIÈRES

Le niveau de confiance des barrières de sécurité est déterminé selon la méthode définie par l'INERIS. Le niveau de confiance ne se substitue pas aux normes NF-EN 61508 et CEI 61511 relatives à la sécurité fonctionnelle. La démarche proposée est une méthode d'évaluation qualitative « simple » en vue d'évaluer la performance des barrières techniques et humaines de sécurité.

Les niveaux de confiance des barrières de sécurité sont basés sur :

- la fiche N°7 de la circulaire du 10 mai 2010,
- le guide OMEGA 10 de l'INERIS portant sur l'évaluation des barrières techniques de sécurité,
- le guide OMEGA 20 de l'INERIS portant sur l'évaluation des barrières humaines de sécurité.

- **Cas des barrières techniques de sécurité**

Avant de déterminer ce niveau de confiance pour les barrières techniques de sécurité (BTS), il est important de vérifier que cette BTS est de concept éprouvé, qu'elle est indépendante du procédé et qu'elle est indépendante d'une autre BTS. Le niveau de confiance est ensuite déterminé par :

- une proportion de défaillance en sécurité (ou Safe Failure Fraction – SFF) qui correspond au rapport du taux de défaillances détectées sur la somme des taux de défaillances du système. Cette valeur est généralement inférieure à 60% mais qui selon les cas (bon retour d'expérience, essais, niveau SIL selon la norme NF-EN 61511, etc.) peut augmenter vers des niveaux (SFF) de l'ordre de 99%.
- une tolérance aux anomalies matérielles qui est l'équivalent d'une redondance.

On obtient alors un niveau de confiance défini selon les grilles données dans le rapport Oméga 10 de l'INERIS pour les systèmes techniques dits « simples » (vannes, relais, interrupteurs...) ou « complexes » (système capable de traiter une information).

Proportion de défaillances en sécurité	Tolérances aux anomalies matérielles (selon le nombre d'équipements de sécurité)		
	0	1	2
<60%	NC1	NC2	NC3
60 – 90 %	NC2	NC3	NC4
90 – 99 %	NC3	NC4	NC4
> 99 %	NC3	NC4	NC4

Tableau 1 : Niveaux de confiance pour des systèmes techniques simples de sécurité (Extrait et adapté de la norme CEI-EN 61508 /Tab.1 de l'Omega 10)

Proportion de défaillances en sécurité	Tolérances aux anomalies matérielles (selon le nombre d'équipements de sécurité)		
	0	1	2
<60%	NC0	NC1	NC2
60 – 90 %	NC1	NC2	NC3
90 – 99 %	NC2	NC3	NC4

> 99 %	NC3	NC4	NC4
--------	-----	-----	-----

Tableau 2 : Niveaux de confiance pour des systèmes techniques complexes de sécurité (Extrait et adapté de la norme CEI-EN 61508 / Tab.2 de l'Omega 10)

- **Cas des dispositifs passifs de sécurité**

Pour déterminer le niveau de confiance d'un dispositif passif de sécurité (cuvette de rétention, mur coupe-feu, etc.), il faut déterminer sa probabilité moyenne de défaillance (ou taux de défaillance à la sollicitation/PFD).

Une fois celle-ci estimée, le tableau ci-après, qui est inspiré de la norme NF EN 61508, permet de faire le lien avec le niveau de confiance.

Probabilité moyenne de défaillance	Sens d'évolution de la probabilité de défaillance	Niveau de confiance
$10^{-5} \leq \text{PFD} < 10^{-4}$	↓	NC4
$10^{-4} \leq \text{PFD} < 10^{-3}$		NC3
$10^{-3} \leq \text{PFD} < 10^{-2}$		NC2
$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$		NC1

Tableau 3 : Evaluation d'un niveau de confiance en fonction de sa probabilité moyenne de défaillance (Tab.5 de l'Omega 10)

L'exploitation des bases de données montre que le NC pour les murs coupe-feu et les cuvettes de rétention serait de 2.

Le niveau de confiance pourra être maintenu ou décoté en fonction des procédures et des moyens (maintenance, inspection, etc.) mis en œuvre par l'industriel pour maintenir dans le temps le niveau de confiance du dispositif.

Note : en l'absence d'études spécifiques ou d'un retour d'expérience suffisant permettant d'apprécier la probabilité de défaillance d'un système, le niveau de confiance retenu par défaut sera NC1.

- **Cas des barrières humaines de sécurité**

Les barrières humaines de sécurité sont constituées d'une activité humaine (une ou plusieurs opérations) qui s'opposent à l'enchaînement d'évènements susceptibles d'aboutir à un accident.

Le niveau de confiance d'une barrière humaine est déterminé selon la méthode INERIS (document Omega 20) proposant de décomposer les barrières humaines de sécurité en trois principales sous-tâches : détection, diagnostic et action.

Le niveau de confiance initial à retenir est déterminé selon les critères suivants :

- le niveau de confiance maximal d'une barrière humaine de sécurité est de 2,
- le niveau de confiance retenu correspond à la différence entre le niveau de confiance optimal (2) et la somme des décotes définies pour chacune des sous-fonctions (détection, diagnostic et action),
- selon le niveau de décote associé à la barrière analysée, le niveau de confiance final pourra être de 2, 1 ou 0.

Le niveau de confiance pourra être maintenu ou décoté, en fonction :

- de la simplicité de détection de l'évènement anormal,

- de la simplicité du diagnostic, quant aux choix de l'opération à mener pour empêcher le scénario redouté de se produire,
- de la simplicité de l'action de sécurité à conduire pour éviter ou en réduire les effets,
- de la pression temporelle à laquelle sont soumis les intervenants, si le temps d'intervention doit être bref ou si la cinétique des événements menant à l'accident est rapide.

Dans le cas d'une mesure de pré-dérive, cette mesure sera cotée NC2 si elle est réalisée par une personne dédiée spécifiquement à cette action (spécialiste) et NC1 si elle est réalisée par l'opérateur chargé du process.

- **Formations et consignes**

Les formations et consignes de sécurité sont des éléments qui participent à la fiabilité et au maintien du niveau de confiance d'autres barrières de sécurité ou à la probabilité de l'événement initiateur. De ce fait, aucun niveau de confiance ne leur est appliqué de manière spécifique et elles ne sont pas prises en compte dans la détermination de la probabilité.

VI. DÉTERMINATION DE LA PROBABILITÉ

Pour rappel, il existe cinq classes de probabilités définies dans l'arrêté du 29/09/2005. Elles sont indiquées ci-dessous :

Classe	E	D	C	B	A
Probabilité	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	

Tableau 4 : Classes de probabilités définies par l'arrêté du 29 septembre 2005

Cette probabilité d'occurrence du phénomène dangereux est amalgamée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation par an.

La probabilité d'occurrence du phénomène dangereux est déterminée à partir des arbres des causes et des conséquences. L'ensemble étant retranscrit dans un logigramme.

- **Formation de l'arbre des causes**

L'arbre des causes permet de déterminer la probabilité d'occurrence d'un événement redouté central. Les événements initiateurs ainsi que les barrières permettant d'en limiter leur fréquence d'occurrence sont rassemblés par le biais de portes logiques afin d'atteindre un unique événement commun qui est l'ERC.

Le logigramme suivant permet d'illustrer ces arrangements d'évènements de barrières conduisant à un ERC :

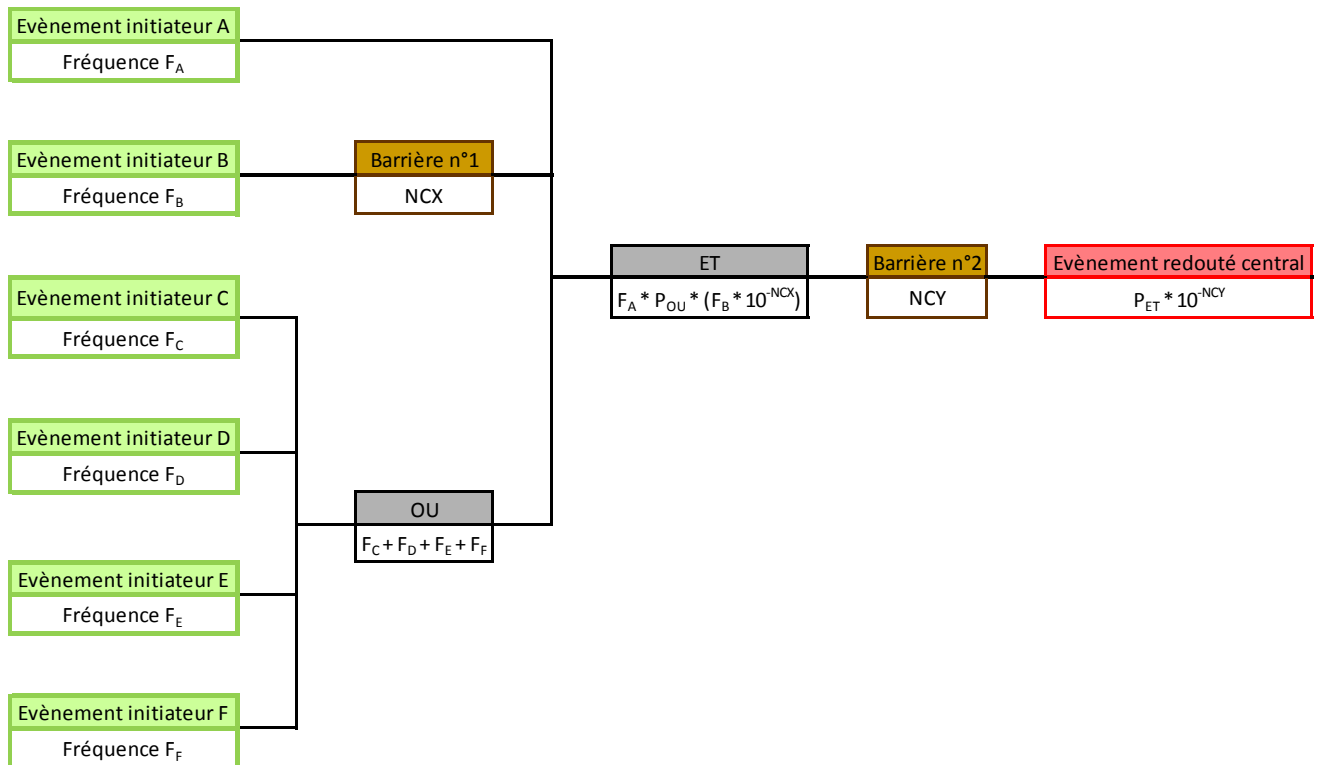


Figure 1 : Illustration d'un arbre des causes

Deux types de portes peuvent être observés sur ce logigramme :

- les portes « ET » : l'évènement intermédiaire se produit lorsque deux évènements initiateurs indépendants ont lieu simultanément,
- les portes « OU » : plusieurs évènements initiateurs peuvent aboutir au même évènement intermédiaire.

Lors de passage de portes « ET », les règles de détermination de probabilités est réalisée par la multiplication des fréquences des évènements initiateurs :

$$f_{Ei} = f_{EIA} \times f_{EIB}$$

Lors de passage de portes « OU », la règle de détermination de probabilités est réalisée par l'addition des fréquences des évènements initiateurs :

$$f_{Ei} = f_{EIA} + f_{EIB} + f_{EIC}$$

- **Formation de l'arbre des conséquences**

L'arbre des causes permet de déterminer la probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux (PhD) découlant de l'évènement redouté central. Ce dernier peut se décomposer en évènements redoutés secondaires (ERS) menant à leur tour à d'autres ERS ou PhD. Ces décompositions ont lieu lors du fonctionnement ou dysfonctionnement d'une barrière et lors d'une inflammation ou non-inflammation. La figure suivante permet d'illustrer un arbre de défaillance annoté :

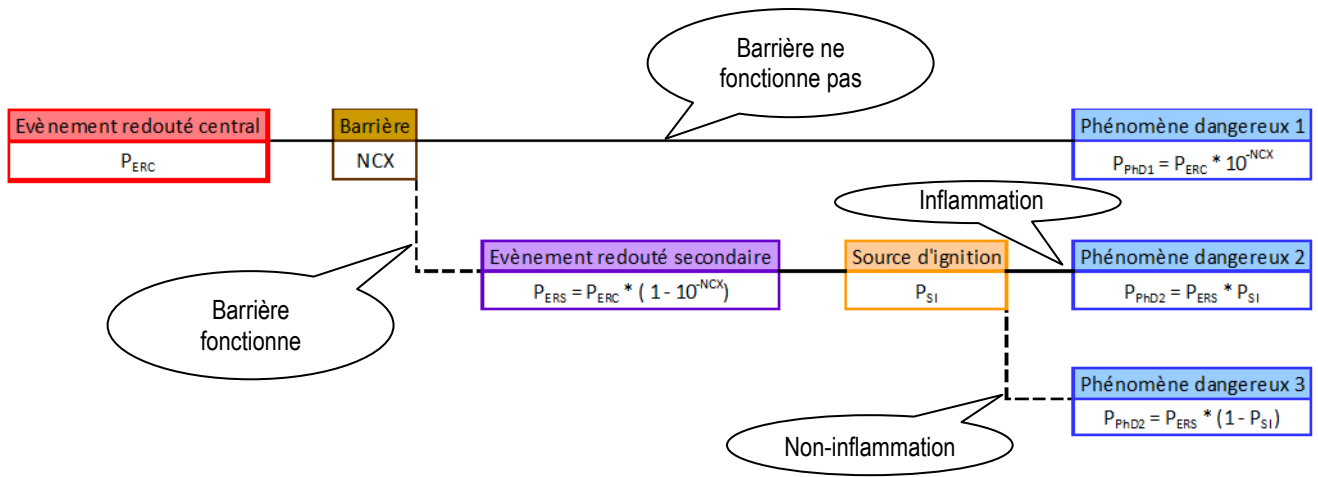


Figure 2 : Illustration annotée d'un arbre des conséquences

ANNEXE 2

I. METHODOLOGIE DE CALCUL DE L'INTENSITE DES PHENOMENES DANGEREUX

I.1. EFFETS THERMIQUES

I.1.1. VALEURS DE REFERENCE DES FLUX THERMIQUES

Les valeurs de référence des seuils thermiques retenues pour les installations classées sont définies dans l'arrêté du 29 septembre 2005¹. Ces valeurs seuils sont les suivantes :

Effets sur les structures :

- 5 kW/m², seuil des destructions de vitres significatives ;
- 8 kW/m², seuil des effets dominos et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures ;
- 16 kW/m², seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton ;
- 20 kW/m², seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton ;
- 200 kW/m², seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

Effets sur l'homme :

- 3 kW/m² ou 600 [(kW/m²)^{4/3}]. s, seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine ;
- 5 kW/m² ou 1000 [(kW/m²)^{4/3}]. s, seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine ;
- 8 kW/m² ou 1800 [(kW/m²)^{4/3}]. s, seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

I.1.2. MODELE DE CALCUL DES FLUX THERMIQUES

I.1.2.1. Méthodologie THERMAXE

a. Equation générale du rayonnement thermique

L'équation générale se présente sous la forme :

$$\Phi = \Phi_0 \cdot f \cdot \tau$$

Avec : Φ = flux reçu par une cible en kW/m²
 Φ_0 = flux émis à la surface de la flamme en kW/m²
 τ = coefficient d'atténuation dans l'air, f = facteur de forme

Pour pouvoir calculer la valeur numérique du flux thermique reçu par une cible, il est nécessaire de connaître le facteur de forme, le coefficient d'atténuation dans l'air ainsi que la valeur du flux thermique émis par la source.

¹ Arrêté relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des ICPE

b. Paramètres de calculs des flux thermiques

- Flux émis par la source Φ_0

Les valeurs des flux Φ_0 ont été déterminées expérimentalement par certains organismes et sont issues de la littérature.

Des essais réalisés sur des feux de 1 à 80 m de diamètre avec différents hydrocarbures (gazole, kérosène et JP-5) ont mis en évidence que le pouvoir émissif de la flamme est fonction de la surface en feu.

La figure ci-dessous qui présente l'évolution du pouvoir émissif en fonction du diamètre équivalent de la nappe en feu, montre qu'avec cette corrélation, le pouvoir émissif est constant pour des diamètres équivalents supérieurs à 40 m et égal à 20 kW/m² :

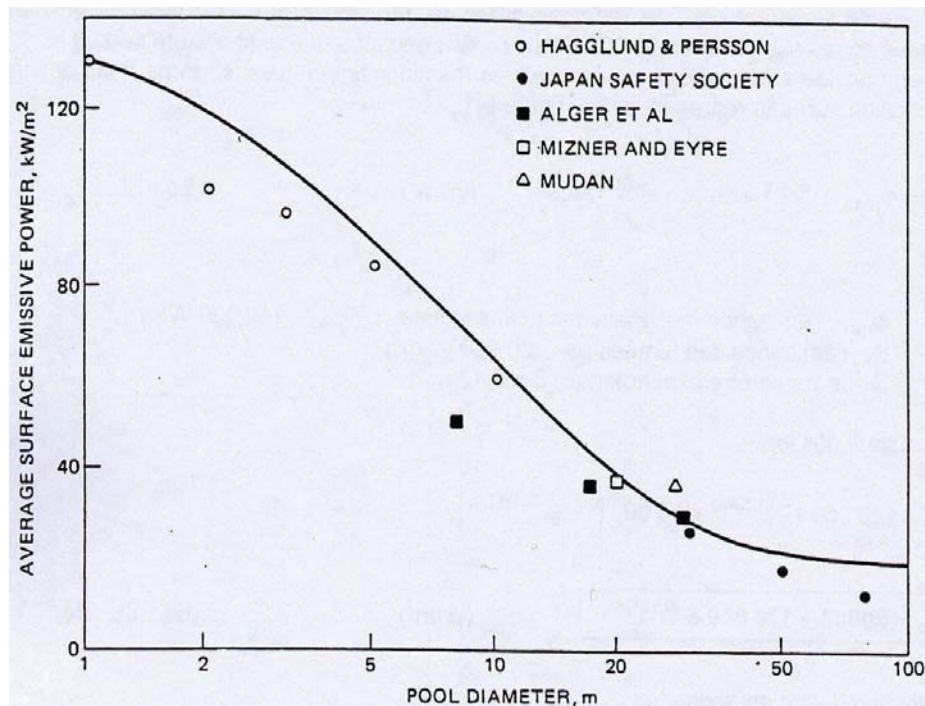


Figure 1 : Pouvoir émissif moyen de feux d'hydrocarbures

Par conséquent, dans le cas des grandes surfaces en feu, la corrélation de Mudan et Croce est appliquée.

Le pouvoir émissif de la flamme est donné par l'équation suivante.

$$\Phi_0 = 20000 + 120000e^{-0,12 D_{eq}}$$

Cette corrélation est notamment utilisée par le TNO, le logiciel Fred (Shell), l'UFIP, le logiciel PHAST (DNV) et le logiciel FLUMILOG dans son modèle liquides inflammables.

- Détermination du coefficient d'atténuation atmosphérique τ

La relation de Brzustowski-Sommer est utilisée pour calculer ce coefficient. Elle prend en compte différents facteurs comme notamment le taux d'humidité dans l'air.

- Détermination du facteur de forme f

Le facteur de forme représente la fraction d'énergie émise par une surface A (incendie) et reçue par une surface B (la cible).

Le facteur de forme dépend des dimensions de la source de chaleur, de sa forme ainsi que de la distance entre la source et la cible. Il prend en compte la vision du feu en fonction de l'endroit où se trouve la cible.

Le facteur de forme est déterminé par la formule de Sparrow et Cess.

La hauteur de flamme est un élément important du dimensionnement d'un feu et de ses flammes. Le diamètre équivalent est utilisé dans le cas où le feu ne serait pas représenté sous la forme d'un cylindre vertical. Le diamètre équivalent permet de se rapporter à un cas simple (cas cylindrique) :

$$D_{eq} = 4 \cdot \frac{\text{surface du feu}}{\text{périmètre du feu}} \quad (D_{eq} = \text{Diamètre équivalent en mètre})$$

Pour le calcul de la hauteur de flamme, la corrélation de THOMAS est généralement utilisée. Quand cette relation est hors de son domaine de validité, une corrélation plus adaptée est prise parmi celles fournies par la bibliographie² (Zukoski, Heskestad). Cette hauteur de flamme dépend du diamètre équivalent calculé précédemment, du produit considéré et de l'endroit où il se consume (les vitesses de combustion sont issues de la littérature).

De plus, il est possible, lorsque la surface occupée par les matières combustibles est inférieure à la surface globale de la cellule, d'introduire un coefficient pondérateur.

Il est également possible de prendre en compte la présence de murs coupe-feu. En présence d'un mur coupe-feu, les facteurs de forme sont alors recalculés pour les zones occultées par le mur.

I.1.2.2. Méthodologie FLUMILOG

Le logiciel FLUMILOG est utilisable dans les études de dangers relatives aux entrepôts classiques de stockage. Il peut être utilisé par extension pour les incendies de matières solides et dispose également d'un module pour les incendies de cellules de stockage de liquides inflammables. Il permet de déterminer les zones d'effets thermiques issus du rayonnement émis par les flammes et reçu à distance par des cibles potentielles.

La méthode développée par l'INERIS permet de modéliser l'évolution de l'incendie depuis l'inflammation jusqu'à son extinction par épuisement du combustible. Elle prend en compte le rôle joué par la structure et les parois tout au long de l'incendie :

- lorsqu'elles peuvent limiter la puissance de l'incendie en raison d'un apport d'air réduit au niveau du foyer,
- et lorsqu'elles jouent le rôle d'écran thermique plus ou moins important au rayonnement avec une hauteur qui peut varier au cours du temps.

Les flux thermiques sont donc calculés à chaque instant en fonction de la progression de l'incendie dans la cellule et de l'état de la couverture et des parois.

Le principe de la méthode FLUMILOG est indiqué sur le logigramme ci-après. Les différentes étapes de la méthode sont :

- Acquisition et initialisation des données d'entrée,
 - o données géométriques de la cellule, nature des produits entreposés, le mode de stockage.
 - o données d'entrées pour le calcul : comportement au feu des toitures et parois...

² The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Edition.

- Détermination des caractéristiques des flammes en fonction du temps (hauteur moyenne et émittance). Ces valeurs sont déterminées à partir de la propagation de la combustion dans la cellule, de l'ouverture de la toiture.
- Calcul des distances d'effet en fonction du temps. Ce calcul est réalisé sur la base des caractéristiques des flammes déterminées précédemment et de celles des parois résiduelles susceptibles de jouer le rôle d'obstacle au rayonnement.

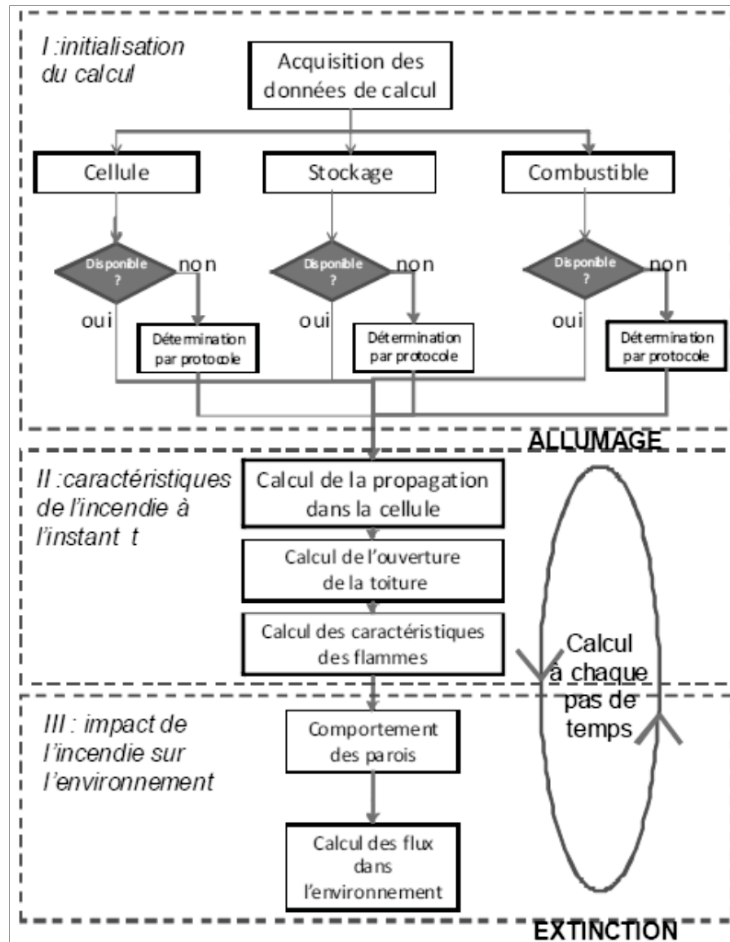


Figure 2 : Schématisation des étapes de calcul du logiciel FLUMILOG

I.2. EFFETS DE SURPRESSION

I.2.1. GENERALITES

Tout comme pour l'apparition d'un incendie, il existe des conditions d'occurrence d'une explosion :

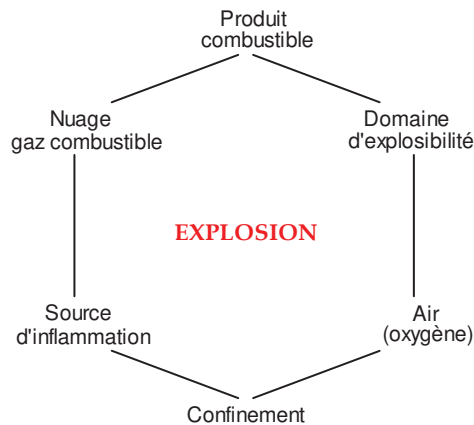


Figure 3 : Hexagone de l'explosion

Une explosion peut être définie comme la transformation rapide d'un système avec une libération soudaine et brutale d'énergie se traduisant, en pratique, par une expansion rapide de gaz accompagnée, éventuellement, par l'émission brutale d'un flux thermique important.

Les explosions peuvent être rangées dans différentes catégories :

- explosions d'origine physique,
- explosions d'origine chimique.

Les explosions d'origine physique sont celles dues à un gaz comprimé ou à la vapeur, à la suite de surchauffe, dans un milieu confiné.

Les explosions chimiques peuvent avoir pour origine :

- un emballement par défaut de refroidissement dans un milieu réactionnel,
- la décomposition, sous l'action de la chaleur ou d'un choc, d'une substance explosible,
- la combustion brutale d'un mélange comburant/source d'inflammation, substance combustible.

L'analyse de statistiques de 1200 explosions recensées aux USA montre que :

- 68% étaient dues à des combustibles liquides ou gazeux ou à l'émission de vapeurs inflammables ou à une fuite de gaz,
- 7% à la vaporisation brutale d'eau,
- 6% à la rupture d'un appareil sous pression,
- 5% à des réactions chimiques,
- 5% aux poussières,
- 9% à des causes diverses, principalement l'emploi d'explosif.

I.2.2. VALEURS DE REFERENCE DES EFFETS DE SURPRESSION

Les valeurs de référence des effets des ondes de choc retenues pour les installations classées sont définies dans l'arrêté du 29 septembre 2005.

Plusieurs seuils de surpression sont utilisés afin de déterminer l'impact d'une explosion :

Pour les effets sur les structures :

- 20 mbar, seuil des destructions significatives de vitres,
- 50 mbar, seuil des dégâts légers sur les structures,
- 140 mbar, seuil des dégâts graves sur les structures,
- 200 mbar, seuil des effets domino,
- 300 mbar, seuil des dégâts très graves sur les structures.

Pour les effets sur l'homme :

- 20 mbar, seuils des effets irréversibles correspondant à la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme,
- 50 mbar, seuils des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine,
- 140 mbar, seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine,
- 200 mbar, seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

Le tableau ci-dessous, issu de la littérature, reprend les effets sur les structures pour différents niveaux de surpression.

Description des effets sur les structures	Surpression (mbar)
Rupture de toitures de réservoirs de stockage	70
Ruptures de liaisons entre structures métalliques (acier ou aluminium)	70 – 140
Dommages mineurs sur les structures d'acier	80 – 100
Effondrement de murs en béton	150 – 200
Effondrement des structures en acier et déplacements des fondations	200
Effondrement des structures métalliques autoportantes	200 – 300
Fissures sur des réservoirs vides	200 – 300
Légère déformation des racks	200 – 300
Chutes d'arbres	200 – 400
Ruptures et envols de bardages	300
Renforcement des carrosseries de camions et de voitures	350
Ruptures des poteaux téléphoniques	350
Déformation des racks et ruptures de conduites	350 – 400
Dommages aux colonnes de distillation	350 – 400
Effondrement de racks	400 – 550
Renversements de wagons ferroviaires chargés	500
Effondrement de murs en briques (20-30 cm)	500
Déplacement de réservoirs et ruptures de conduites	500 – 1 000
Ruptures des soubassements de réservoirs	1 000

Tableau 1 : Effets de surpression

I.2.3. MODELES DE CALCUL DES EFFETS DE SURPRESSION

Deux méthodes de calcul sont utilisées en fonction du type d'explosion dans la présente étude :

- explosion de gaz en milieu ouvert : phénomène d'UVCE,
- explosion de gaz en milieu confiné : méthode Multi-Energie associée au calcul de l'énergie de Brode.

I.2.3.1. Méthodologie de calcul d'UVCE

a. Description du phénomène

Le phénomène d'UVCE (Unconfined Vapor Cloud Explosion) se matérialise par l'explosion d'un nuage gazeux à l'air libre, suite à la fuite à l'atmosphère d'une substance explosible et à l'ignition de cette masse gazeuse. Le phénomène se caractérise par :

- une onde de pression le long du nuage explosible (à partir du point d'ignition) ;
- des effets thermiques dus à la combustion de la masse gazeuse ;

Le phénomène présente généralement les phases suivantes :

- rejet à l'atmosphère du composé, sous forme gazeuse ou liquide,
- mélange avec l'oxygène de l'air pour former un nuage inflammable,
- dilution et transport du nuage de gaz dont une partie reste inflammable,
- inflammation du nuage,
- propagation d'un front de flamme des parties inflammables du nuage, ce front de flamme, associé à l'expansion des gaz brûlés, agissant à la manière d'un piston sur les gaz frais et pouvant être à l'origine d'une onde de pression aérienne (déflagration) si la vitesse de propagation est suffisante,
- éventuellement, mélange avec l'air et combustion des parties du nuage initialement trop riches en combustibles.

Note : En champ libre (milieu non encombré et non turbulent), la vitesse de propagation du front de flamme ne sera pas très élevée. Il n'y aura pas de surpression provoquée par l'inflammation du nuage de gaz ne provoquera pas d'onde de pression. On assistera alors à un phénomène de feu de nuage.

La modélisation d'un phénomène d'UVCE s'effectue en trois étapes :

- détermination du terme source, à savoir la quantité de produit émis à l'atmosphère et les conditions du rejet (diamètre fuite, vitesse, hauteur de rejet, direction du rejet),
- la modélisation de dispersion du nuage, permettant d'estimer l'expansion du nuage explosible. Cette modélisation permet d'obtenir la distance maximale à la limite inférieure d'inflammabilité qui dimensionne les effets thermiques,
- l'estimation des effets de surpressions en tenant compte de l'encombrement local.

b. Méthode de calcul

La méthode Multi-Energie, développée par le TNO Prins Maurits Laboratory, est une méthode de calculs des surpressions aériennes dans le cas de l'explosion de nuage, et prenant en compte les zones en champ libre et celles encombrées. Les principes de base sur lesquels repose cette méthode sont directement inspirés des mécanismes qui gouvernent le développement des explosions de gaz.

En fait, le « concept Multi-Energie » diffère des méthodes classiques en ce sens qu'une explosion de gaz n'est plus considérée comme une entité mais comme une succession «

d'explosions élémentaires » engendrées par la propagation de la flamme à travers chacune dans les diverses zones qui composent le nuage explosible.

On associe à chaque explosion « élémentaire » un indice de violence (ou de sévérité), sur une échelle de 1 à 10, qui représente la surpression maximum qui peut être obtenue dans la zone associée. L'indice 10 correspond à une détonation, les indices intermédiaires correspondant à des déflagrations à vitesses de flammes d'autant plus rapides que l'indice est élevé.

La correspondance entre les indices compris entre 1 et 10 et les niveaux de surpression maximum est rappelée dans le tableau suivant :

Indice de la méthode (-)	Surpression maximale correspondante	
	(kPa)	(mbar)
1	1	10
2	2	20
3	5	50
4	10	100
5	20	200
6	50	500
7	100	1000
8	200	2000
9	500	5000
10	2000	20000

Tableau 2 : Correspondance entre indices et surpressions maximales

Il existe différentes recommandation pour le choix des indices. L'une des plus largement employées est la recommandation de KINSELLA³. En se basant sur l'analyse d'accidents « majeurs », KINSELLA a proposé de choisir les indices de violence d'explosion en prenant en compte :

- l'énergie d'inflammation,
- le degré d'encombrement dû aux obstacles solides,
- et le degré de confinement.

I.2.3.2. Méthodologie de calcul d'explosion de gaz

Les effets de surpression provoqués par l'éclatement de réservoir sont calculés à partir de la méthode Multi-Energie associée au calcul de l'énergie de Brode (énergie interne au sein de l'enceinte produite par l'augmentation de pression) associé à un indice multi – énergie de 10 (cas d'une détonation) qui permet d'être plus adapté au phénomène d'explosion confinée de gaz.

La modélisation des effets de pression en cas d'explosion en enceinte confinée sera conduite selon une approche pénalisante, basée sur les hypothèses suivantes :

- lorsque la surpression interne dépasse les limites de résistance des parois de l'enceinte, lesdites parois se fragmentent : l'éclatement de l'enceinte libère un souffle à l'origine d'une onde de pression aérienne qui se propage dans l'environnement,
- la propagation de l'onde de pression est sphérique,

³ K.G. Kinsella, A Rapid assessment methodology for the prediction of vapour cloud explosion overpressure, proceedings of the International Conference and Exhibition on Safety, Health and Loss Prevention in Oil, Chemical and Process Industries, 1993

- l'onde de pression aérienne engendrée suite à l'éclatement des parois de l'enceinte est assimilée à une onde de pression émise par la détonation d'un explosif (**l'indice multiénergie sera retenu égal à 10**),
- l'énergie de pression libérée considère l'ensemble du volume de l'enceinte objet de l'explosion (approche conservative). **L'énergie est calculée à l'aide de la formule de Brode** et de la pression d'explosion interne développée dans l'enceinte, elle-même fonction du degré de protection par surfaces légères de l'enceinte. En cas de suffisance de surface de fuite, la pression résiduelle développée dans l'enceinte sera considérée. En cas d'insuffisance de surface de fuite, la pression de ruine considérée sera la pression de ruine des parois (majorée d'un facteur de sécurité).

a. Principe de calcul

La détermination de l'énergie de l'explosion d'une capacité sous pression s'effectue à partir de l'équation de Brode (en Joules) :

$$E_{Brode} = \frac{(P_1 - P_0) \cdot V_1}{\gamma_1 - 1}$$

Avec :

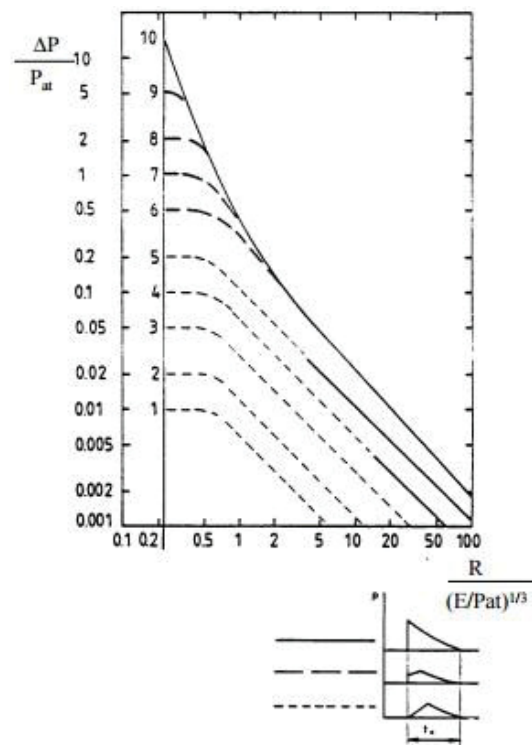
- P_1 : la pression de rupture de l'enceinte (Pa) ;
- P_0 : la pression de l'ambiante (Pa) ;
- V_1 : le volume de l'enceinte (m³) ;
- γ_1 : le rapport des chaleurs spécifiques du gaz contenu dans le réservoir.

Les effets de surpression de l'explosion sont évalués à partir de l'énergie de Brode ainsi déterminée.

Le champ de surpression de l'explosion est calculé à partir d'un abaque reliant la surpression incidente générée par l'explosion à une distance réduite à l'aide de la formule suivante :

$$r = r' \left(\frac{E}{Pa} \right)^{1/3}$$

Figure 4 : Abaque relatif à la méthode Multi-Energie



La détermination des distances des effets de surpression s'effectue en appliquant la méthode multi énergie développée par le TNO pour un indice 10 :

Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression	Distance des effets de surpression suivant la méthode multi énergie indice 10 (en m)
300 mbar	0,028 E ^{1/3}

200 mbar	0,032 E ^{1/3}
140 mbar	0,05 E ^{1/3}
50 mbar	0,11 E ^{1/3}
20 mbar	= 2 x distance à 50 mbar

Tableau 3 : Calcul des distances de perception des effets de surpression

I.3. EFFETS TOXIQUES

I.3.1. VALEURS DE REFERENCE DES EFFETS TOXIQUES

Les valeurs de référence des seuils de toxicité retenues pour les installations classées sont définies dans l'arrêté du 29 septembre 2005 et le « Guide technique relatif aux valeurs de référence de seuils d'effets des phénomènes accidentels des installations classées » édité en octobre 2004 par le ministère de l'écologie et du développement durable.

Trois niveaux de seuils de toxicité de référence ont été définis afin de mesurer l'impact d'une situation accidentelle :

- le Seuil des Effets Irréversibles (SEI) : concentrations au-delà desquelles les effets du polluant sur la santé sont irréversibles (zone des dangers significatifs pour la vie humaine),
- le Seuil des premiers Effets Létaux (SpEL) : concentrations au-delà desquelles les effets du polluant entraînent la mort, correspondant à une CL (concentration létale) de 1 % (zone des dangers graves pour la vie humaine),
- le Seuil des Effets Létaux significatifs (SELS) : concentrations au-delà desquelles les effets du polluant entraînent la mort, correspondant à une CL (concentration létale) de 5 % (zone des dangers très graves pour la vie humaine).

I.3.2. MODELE DE CALCUL DE LA DISPERSION

La modélisation de dispersion atmosphérique est réalisée à l'aide du logiciel PHAST (Process Hazard Analysis Software Tool) v.7.11 développé par la société DNV Software.

Ce logiciel est aujourd'hui le logiciel commercial le plus fréquemment utilisé dans les modélisations des études des dangers. Les résultats de différentes simulations de scénarii accidentels réalisées par l'INERIS (INERIS, Evaluation des versions 6.0 et 6.1 de PHAST, 2002), montrent que les modèles implémentés dans le logiciel PHAST sont adaptés à la modélisation de la dispersion atmosphérique de gaz dans l'environnement.

Les calculs de dispersion atmosphérique enchaînent plusieurs modèles différents en fonction des caractéristiques thermocinétiques du terme source et de l'évolution des caractéristiques physico-chimiques du mélange air/produit.

- Tout d'abord le logiciel utilise un modèle intégral de type « jet libre turbulent » (horizontal, vertical ou incliné). Ce modèle permet de décrire la dispersion atmosphérique dans la zone proche du rejet lorsque son énergie cinétique et sa densité sont encore importantes. Le gradient de vitesse entre l'air ambiant et le jet induit une turbulence importante (formation de vortex) localisée principalement en bordure de nuage.

Ceci provoque l'entraînement d'air atmosphérique à l'intérieur du jet. Ce phénomène a pour conséquence d'une part un ralentissement du jet par échange de quantité de mouvement, et d'autre part la diminution de la densité du panache. Lorsque la

densité du jet tend vers la densité de l'air ambiant et la vitesse du jet vers la vitesse du vent, le gaz peut être considéré comme un gaz passif.

- Le logiciel utilise ensuite soit :
 - o un modèle de type « gaz lourd », qui permet de gérer la dispersion gaussienne de type gaz lourd, notamment en prenant en compte l'interaction panache sol,
 - o un modèle de panache gaussien de type « gaz passif ».

Le logiciel utilise automatiquement le modèle adapté aux conditions thermocinétiques du jet. Il gère également les transitions et le passage d'un modèle à un autre en fonction de différents critères. Il peut être cité par exemple l'écart de vitesse entre le jet et le vent, l'écart de la masse volumique du jet et de l'air ambiant, etc.

L'enchaînement de plusieurs types de modèles permet, dans une certaine mesure, de pallier la faiblesse des modèles gaussiens de dispersion en champ proche.

Les calculs permettent d'évaluer et de visualiser les caractéristiques du panache gazeux : forme, dimensions, concentrations en fonction de la distance et du temps écoulé. Ils prennent notamment en compte les conditions météorologiques, vitesse du vent et stabilité de l'atmosphère, et le type de terrain environnant : terrain plat, zone agricole, zone industrielle ou urbaine. En revanche, l'effet du relief et des obstacles n'est pas modélisé.

I.3.3. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les paramètres les plus importants pour les problèmes liés à la dispersion atmosphérique sont :

- la direction du vent,
- la vitesse du vent,
- la température extérieure,
- la stabilité de l'atmosphère.

La stabilité de l'atmosphère est le paramètre le plus complexe à déterminer (dans la majorité des cas, elle n'est pas mesurée). Ce paramètre destiné à quantifier les propriétés diffusives de l'air dans les basses couches, conduit à distinguer six catégories de stabilité (classes de Pasquill) de l'atmosphère.

Deux situations météorologiques préconisées dans la circulaire du 10 mai 2010 et présentées ci-après sont habituellement testées :

Condition atmosphérique	(D, 5)	(F, 3)
Stabilité atmosphérique (Classe de Pasquill)	D (stable)	F (très stable)
Vitesse du vent	5 m/s	3 m/s

La condition (D, 5) permet de représenter une situation courante (condition atmosphérique neutre et vitesse de vent de 5 m/s) et la condition (F, 3) permet une évaluation des conséquences dans des conditions défavorables (atmosphère très stable et vent de 3 m/s).

Dans le cas d'un rejet en altitude, d'un rejet vertical ou d'un rejet d'un gaz léger, les situations météorologiques présentées ci-après sont également testées :

Condition atmosphérique	(A, 3)	(B, 3)	(B, 5)	(C, 5)	(C, 10)	(E, 3)
Stabilité atmosphérique (Classe de Pasquill)	A	B	B	C	C	E
Vitesse du vent	3 m/s	3 m/s	5 m/s	5 m/s	10 m/s	3 m/s
T ambiante	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C
Humidité relative	70 %	70 %	70 %	70 %	70 %	70 %

Tableau 5 : Conditions météorologiques retenues dans le cas d'un rejet vertical

I.3.4. LIMITES DU LOGICIEL PHAST

Les paragraphes suivants présentent les limites du modèle de dispersion utilisé par le logiciel PHAST.

I.3.4.1. Champ proche et lointain

Le modèle peut produire des résultats discontinus en champ proche en raison d'effets de transition entre le modèle de gaz lourd et le modèle de gaz passif. La transition gaz lourd/gaz passif peut être influencée par certaines configurations de rejet telles que la hauteur de rejet ou la condition météorologique. Cette transition est susceptible de jouer significativement sur les distances d'effets en champ lointain.

Le modèle utilisé par le logiciel PHAST est valide pour des distances comprises entre 20 m et quelques km ou au cas par cas entre 0 et 20 m⁴.

I.3.4.2. Temps de moyennage (averaging time)

Le choix de « l'averaging time » dans les logiciels faisant appel à des modèles Gaussien peut impacter significativement les distances d'effets. Ce paramètre correspond à une correction des concentrations moyennes sur l'axe du nuage en fonction de la durée effective d'observation du nuage (équivalent à la durée d'exposition pour les toxiques), afin de tenir compte des fluctuations de direction du vent pendant la durée d'observation.

Le concepteur du logiciel PHAST recommande de considérer une valeur de temps de moyennage égale à la durée d'exposition des personnes⁵. Il recommande également d'ajuster la valeur du « core averaging time » (durée de moyennage dans la phase de calcul) à celle de l'« averaging time » (utilisée dans la phase de post-traitement).

⁴ La dispersion atmosphérique, Ministère de l'Ecologie et du développement durable, 2008.

⁵ Witlox, H. W. M., 2005: Averaging-Time effects for toxic releases, DNV report.

I.3.5. METHODOLOGIE D'ETUDE DES FUMÉES D'INCENDIE

La méthodologie d'étude des fumées d'incendie considère un feu en milieu ouvert (cas typique d'un bâtiment dont le toit s'est effondré, caractéristique d'un incendie au maximum de sa force), dans ce cas, la combustion est limitée par la combustibilité des produits.

La méthode est décrite ci-après.

I.3.5.1. Puissance de l'incendie

La puissance thermique émise par le foyer est évaluée à partir de la formule :

$$Q = m'' \cdot S \cdot PCI$$

Avec : S - surface du combustible en feu (m²) et m'' - vitesse de combustion (g/m²/s).

I.3.5.2. Flux massique

Il est déterminé comme suit :

- détermination des produits entreposés et leur composition,
- définition de la vitesse de décomposition ou de combustion de ces mêmes produits. Un taux de combustion considéré comme représentatif de l'incendie est retenu,
- à partir de la surface de stockage considérée, détermination de la quantité de produit décomposée ou brûlée (en kg/s),
- sauf contre-indication, il est supposé que la totalité du produit se décompose ou brûle de façon complète. Cette hypothèse permet de calculer les flux de polluants émis en kg/s.

Les quantités de chacun des gaz émis, calculées à partir des formules chimiques des composés participant à l'incendie, sont définies à partir des hypothèses de décomposition/recomposition suivantes (source rapport INERIS Ω16 DRA N° 46055-CL57149) :

1 atome de Carbone (C) donne :	0,9 CO ₂
	0,1 CO
1 atome d'Azote (N) donne :	0,6 N ₂
	0,2 NO ₂
	0,2 HCN
1 atome de Chlore (Cl) donne :	1 HCl

Tableau 6 : Hypothèses de décomposition / recombposition lors des réactions de combustion

I.3.5.3. Dilution des gaz toxiques par l'air entrainé

D'après Heskestad (1984), le débit total D de fumées traversant la section à la hauteur d'émission peut être relié à la puissance thermique totale dégagée par l'incendie au moyen de la relation suivante:

$$D = 3,24 \cdot Q$$

I.3.5.4. Vitesse d'éjection

La vitesse d'émission des fumées est établie à partir des travaux d'Heskestad (*The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3^{ème} édition*) :

$$V = 0,54 \times (\Delta T \times Q)^{1/5}$$

I.3.5.5. Hauteur du rejet

Dans le cas d'un incendie en milieu ouvert, la hauteur du rejet peut être déterminée de deux façons :

- si un calcul de flux thermique a été réalisé, la hauteur de rejet est déterminée en considérant qu'elle est égale à la hauteur de flamme.
- si aucun calcul de flux thermique n'a été réalisé, la formule de Heskestad doit être utilisée. La hauteur de rejet est alors déterminée à partir de la puissance thermique convectée, Q_c . Cette puissance est égale à la puissance thermique totale, Q_t , multipliée par un facteur convectif, α , qui correspond à la fraction (en %) de la puissance thermique totale transférée par convection (a priori \geq à 60%).

$$h = 0.166 * \left[(10^{-3} * \alpha * Q_t) \right]^{0.4}$$

Q_t est déterminé de la façon suivante :

$$Q_t = m' \times A \times PCI$$

avec : m' : vitesse spécifique de combustion (g/m²/s)

A : surface du combustible en feu (m²)

PCI : chaleur de combustion du combustible (J/kg)

A la hauteur de rejet, l'écart moyen de température entre les fumées et l'air ambiant est de 250 K d'après Heskestad (1984).



ANALYSE DU RISQUE Foudre SELON NF EN 62305-2

EQIOM

EXTENSION DE LA CIMENTERIE DE LUMBRES (62)



EQIOM

EXTENSION DE LA CIMENTERIE DE LUMBRES (62)



Référence document
RGC 27 378

RESUME :

Ce document représente l'Analyse du Risque Foudre menée sur les nouvelles installations en projet de la cimenterie exploitée par la société **EQIOM** sur la commune de **LUMBRES** dans le département du Pas-de-Calais (62).

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par la société **AXE** dans le cadre de la prévention et de la protection contre le risque foudre.

Cette première étape est un des préalables pour rendre l'installation ICPE en conformité vis-à-vis de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et de sa circulaire d'application du 24 avril 2008.

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : Martin GOIFFON Date : 30/08/2022 Visa 	Nom : Loïc JACQUEMOT Date : 30/08/2022 Visa 	B

DIFFUSION :

AXE - PÔLE D'EXPERTISE RÉGLEMENTAIRE SOCOTEC ENVIRONNEMENT & SECURITE Campus de Ker Lann 1 rue Siméon Poisson 35170 BRUZ	RG CONSULTANT Arc Atlantique 8 rue Jean Jaurès 35000 Rennes Tél. : +334 37 41 16 10 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com
---	---

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 27 378	21/06/2022	Analyse du Risque Foudre
B	RGC 27 378	30/08/2022	Complément documentaire

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR LA SOCIETE AXE

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Oui	220613_DM_Lumbres_Cuves DDAE_ Version n °1 - Août 2022_SOCOTEC
Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant)	Non	
P.O.I (Plan d'Opération Interne)	Non	
Liste et implantation des EIPS ou MMR	Non	
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	Non	
Synoptique Courant fort	Oui	0244-plan general HT 20190607
Synoptique Courant faible	Non	
Plan de masse	Oui	2022-06-003_Ind01 Permis de construire Plan de masse - Bâtiments + Gaz
Plan de coupe	Non	
Plan des façades	Oui	2022-06-008_Ind00 Permis de construire
Plan de zonage ATEX	Non	

Tableau 1 : Liste des documents

L'ARF ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par la société **AXE**, commanditaire de cette étude. En conséquence, la responsabilité de RG Consultant ne pourrait être remise en cause si :

- Les informations fournies se révèlent incomplètes ou inexactes,
- Certaines installations ou process ne nous ont pas été présentés,
- La présentation de l'entreprise est effectuée dans des conditions différentes des conditions réelles de fonctionnement,
- Des changements majeurs sont effectués postérieurement à la rédaction de ce document.

Enfin, il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
1.1 OBJET	5
2. PRESENTATION GENERALE DU SITE	6
2.1 SITUATION ACTUELLE.....	6
2.2 SITUATION PROJETTEE	7
2.3 PERSONNEL SUR SITE.....	8
2.4 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS	9
2.4.1 Réseau Normal.....	9
2.4.2 Réseau Secouru	10
2.4.3 Réseau Ondulé	11
2.5 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES	11
2.6 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS.....	11
2.7 PROTECTION INCENDIE	12
2.8 CHEMINEMENT DES RESEAUX COURANTS FORTS ET FAIBLES GENERAUX DU SITE	14
2.9 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES.....	16
3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES	17
3.1 TEXTES REGLEMENTAIRES.....	17
3.2 NORMES DE REFERENCES	17
4. MÉTHODOLOGIE.....	18
4.1 PRESENTATION GENERALE	18
4.2 LIMITE DE L'A.R.F	19
4.3 PRINCIPE DE L'ANALYSE PROBABILISTE : CALCUL DE R1	19
5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTES	22
5.1 SITUATIONS REGLEMENTAIRES.....	22
5.2 POTENTIELS DE DANGER.....	28
5.3 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION.....	28
5.4 EVENEMENTS INITIATEURS.....	29
5.5 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES.....	30
5.6 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE DANS L'ANALYSE DE RISQUE Foudre	31
6. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DE RISQUE Foudre PRECEDENTE	32
7. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre	33
7.1 DONNEES GENERALES.....	33
7.2 NOUVELLE INSTALLATION DIS	34
7.2.1 Données et caractéristiques de la structure.....	34
7.2.2 Données et caractéristiques des services	35
7.2.3 Données et caractéristiques de la zone.....	36
7.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)	38
7.3 NOUVEAU STOCKAGE CSR	41
7.3.1 Données et caractéristiques de la structure.....	41
7.3.2 Données et caractéristiques des services	42
7.3.3 Données et caractéristiques de la zone.....	43
7.3.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)	45

7.4	NOUVEAU FOUR K6.....	48
7.4.1	<i>Données et caractéristiques de la structure</i>	48
7.4.2	<i>Données et caractéristiques des services</i>	49
7.4.3	<i>Données et caractéristiques de la zone</i>	50
7.4.4	<i>Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)</i>	52
8.	SYNTHESE	55

ANNEXES

Annexe 1 : Analyse du risque foudre NF EN 62 305-2

Annexe 2 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

Le site **EQIOM** de Lumbres est spécialisé dans la production de ciment. Sa particularité réside dans la co-incinération de combustibles alternatifs, correspondant principalement à des déchets industriels dangereux et non dangereux, pour l'alimentation de ses deux fours rotatifs.

La matière première (mélange de calcaire et d'argile) provient de la carrière de Lumbres, située à proximité immédiate de la cimenterie et exploitée également par **EQIOM**.

La capacité de production annuelle du site est d'environ 600 000 tonnes de clinker et 800 000 tonnes de ciment.

Dans le cadre de son développement, la société **EQIOM** prévoit l'aménagement et la mise en exploitation d'un nouveau four voie sèche (K6), dédié à la production de clinker, qui viendra à terme remplacer les deux fours actuellement exploités sur le site de Lumbres.

Le site est soumis à la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, et est donc concerné par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application.

Le but de cette analyse est d'identifier si une protection externe ou interne contre la foudre est nécessaire ou pas. Si une protection s'impose, il s'agit de ramener le risque calculé en-dessous d'un niveau maximum tolérable par la mise en œuvre de mesures de protection et de prévention.

Ce document présente les résultats de cette Analyse de Risque Foudre (ARF) conforme à la norme NF EN 62305-2.

L'Étude Technique ultérieure permettra de définir précisément les solutions de protection contre la foudre (effets directs et indirects ainsi que dispositif de prévention).

2. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SITE

2.1 Situation actuelle

La société **EQIOM** exploite une unité de fabrication, de conditionnement et d'expédition de ciment, en lien avec les activités d'extraction de calcaire et d'argile réalisées au sein de la carrière exploitée à proximité immédiate.

La cimenterie comporte pour cela les principales installations suivantes :

- un bâtiment broyage et préparation matière première issue de la carrière (trommel),
- un bâtiment regroupant les ateliers mécaniques et électriques,
- des installations de préparation du cru (bassins),
- un hall dédié au stockage de charbon associé à un bâtiment abritant des installations de broyage pour la préparation du combustible,
- un bâtiment de stockage de sciures imprégnées (déchets combustibles),
- des silos dédiés au stockage de déchets solides (Fluff, textile, etc.)
- un parc de cuves de stockage de DID (Déchets Industriels Dangereux), constitué d'une aire de dépotage et de 6 cuves aériennes de 250 m³, réparties au sein de 3 cuvettes de rétention, un hall de stockage DIND broyés (Déchets Industriels Non Dangereux), (cette installation sera déplacée dans le cadre du présent projet)
- deux fours rotatifs (four n°4 et four n°5),
- trois halls dédiés au stockage de clinker,
- des installations de broyage des ciments,
- des silos de stockage de produits finis,
- un hall de palettisation et ensachage,
- un bâtiment administratif et un laboratoire,
- des ouvrages de gestion des eaux,
- des voiries et parkings dédiés aux véhicules légers et aux poids lourds.

La vue aérienne annotée, permettant de localiser les principales installations de la cimenterie **EQIOM** de Lumbres, est présentée ci-dessous :



Figure 1: Plan de masse du site actuel

2.2 Situation projetée

Dans le cadre de son développement, la société **EQIOM** prévoit l'aménagement et la mise en exploitation d'un nouveau four voie sèche (K6), dédié à la production de clinker, qui viendra à terme, remplacer les deux fours actuellement exploités sur le site de Lumbres (four n°4 et four n°5).

Le futur four, tout comme les fours existants, sera en partie alimenté pour la combustion par des déchets liquides dangereux qui sont stockés au niveau d'une plateforme dédiée.

Il est ainsi prévu la création ou la modification installations suivantes :

- Le déplacement de la plateforme DIS afin de permettre d'accueillir le nouveau four K6,
- Le changement de destination du hall Clinker en stockage de CSR,
- L'implantation du nouveau Four K6 et de ses installations annexes,
- Le déplacement de la ligne aérienne 20kV.

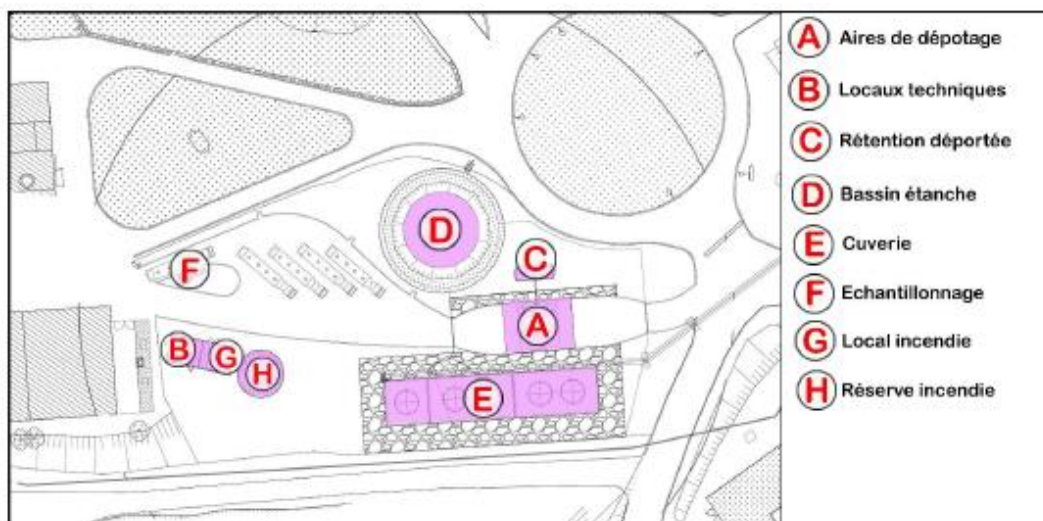


Figure 2: Plan de masse de la future plateforme DIS

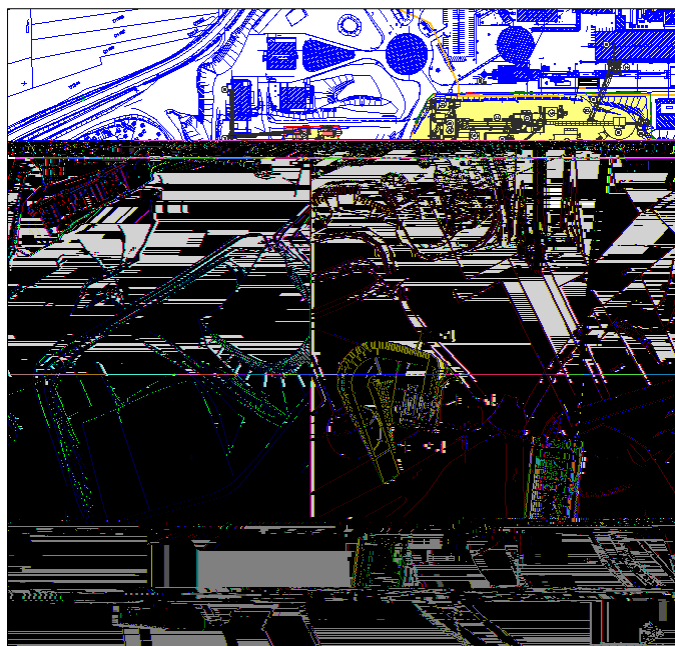


Figure 3: Plan de masse du futur four K6

2.3 Personnel sur site

Le site a un effectif total d'environ 140 personnes, réparties au sein des différents services de l'établissement (administration, direction, environnement, maintenance, production, qualité, sécurité).

Le site fonctionne en continu, sauf pendant les périodes d'entretien (environ 1 à 2 mois par an).

La carrière n'est exploitée qu'en journée, mais la cimenterie produit 24h/24 et 7j/7. Des astreintes sont effectuées en permanence.

2.4 Caractéristiques des courants forts

2.4.1 Réseau Normal

L'ensemble de l'établissement est alimenté depuis un poste électrique raccordé au réseau de distribution via une boucle 20kV et localisé à proximité de l'entrée de la cimenterie.

De ce poste est alimenté en étoile 15kV l'ensembles des postes électriques du site :

Structure	Dénomination du poste	Transformateur
	Poste Broyeur 4	3600 kVA 15kV/5,5kV

Poste Broyeur 4

Dans le cadre du projet de modification du site et en l'absence d'information ce stade de l'étude, nous considérons les nouveaux postes de transformation suivants raccordés au réseau 15kV :

Structure	Dénomination du poste	Transformateur
Postes K6	Postes K6 (quantitatif à définir)	15kV/5,5kV
	Postes K6 (quantitatif à définir)	15KV/690V
	Postes K6 (quantitatif à définir)	15KV/410V
Poste Nouveau DIS	Poste DIS	15KV/410V
Crush and Storage elec room	A définir	A définir
Feed Bins elec room	A définir	A définir
Hammer mill elec room	A définir	A définir
Main sub-station and kiln line elec room	A définir	A définir
Cooler/clinker handling and afr elec room	A définir	A définir

Tableau 3 : Distribution HT/BT

Le régime de neutre 400 V sera IT pour l'ensemble du projet. (à confirmer)

2.4.2 Réseau Secouru

Le site est doté de groupes électrogènes en secours électrique :

RECENSEMENT GE		
Localisation	Références Distribution	Installations secourues
GE ATELIER	ALSTHOM 500KVA	- Chauffe four 4 - Local incendie DIS
GE Four 5	ALSTHOM 250KVA	- N/S FOUR 5 - Onduleur atelier 30kVA
GE Chauffe f5	SDMO 630KVA	- Chauffe / manut four 5
GE Futur four K6 (à confirmer)	/	- Four K6

Tableau 4 : Réseau Secouru

2.4.3 Réseau Ondulé

Le site dispose d'un réseau ondulé sécurisant une partie des installations électriques du site.

RECENSEMENT ONDULEURS		
Localisation	Références Distribution	Désignations Distribution
Bâtiment administration	Onduleur admin	Administration
Poste atelier	Onduleur atelier	Auxiliaires Broyage Auxiliaires four 4 Auxiliaires four 5
Poste Sciures	Onduleur Sciures	Auxiliaires Sciures
Poste Four K6 (à confirmer)	Onduleur four K6	Four K6
Poste Expédition ensachage	Onduleur	Informatique

Tableau 5 : Réseau ondulé

2.5 **Caractéristiques des courants faibles**

L'ensemble du site est raccordé au réseau de télécommunication sous fibre optique via deux artères vers :

- Salle Serveur Process Salle de contrôle,
- Salle serveurs Bureaux Administration.

Selon les informations récoltées, aucune ligne de télécommunication en cuivre de circule entre les différents bâtiments du site.

Les lignes de sécurité suivantes ont pu être identifiées :

- Ligne report d'alarme de la salle de contrôle du site vers le SDIS via une ligne dédiée.

Les différentes lignes de sécurité issues de centrales d'alarmes parviennent jusqu'à la salle de contrôle via le réseau informatique IP fibre optique.

Chaque centrale d'alarme (incendie, gaz...) est connectée via un automate à proximité à un routeur fibre optique.

La fibre n'étant pas impactable par la foudre cette ligne ne sera donc pas prise en compte dans cette étude.

Les installations en projet seront également raccordées au réseau interne du site via une ligne fibre souterraine. (A confirmer)

2.6 **Mise à la terre des installations**

Aucune information n'a pu nous être transmise à ce stade de l'étude.

Nous avons pu constater la présence d'un réseau de terre à fond de fouille en cuivre nu de section 25mm² avec des remontées sur certaines structures de rack IPN.

2.7 Protection incendie

Les mesures de prévention et d'extinction sont les suivantes :

Structure	Moyens protection			
	Dispositif	Report d'information	Relié à	Type de communication
Salle de contrôle	Poste de contrôle centralisant les différents reports d'alarme du site	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrales détection gaz galerie technique	Oui	Automate	Routeur FO
Local incendie Central	Extinction Sprinkler par motopompes sur : - Pont Sciures, - Boyogage charbon, - Dépotage DIB Four 4	Oui	Centrale Sprinkler	Boucle 24V
	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale détection gaz	Oui	Automate	Routeur FO
	Détecteur gaz déporté sur dépotage DIB Four 4	Oui	Centrale gaz	Boucle 24V
	Centrale Sprinkler	Oui	Automate	Routeur FO
	Extincteur, RIA, poteaux incendie,	Non	/	/
Installations DIS	Extinction Sprinkler par motopompes	Oui	Centrale Sprinkler	Boucle 24V
	Centrale Sprinkler	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale gaz	Oui	Automate	Routeur FO
	Détecteur gaz déporté sur dépotage	Oui	Centrale gaz	Boucle 24V
Poste 20/15KV	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Extraction carrière	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste P10 étage four 5	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale détection gaz	Oui	Automate	Routeur FO
Poste P12 four 5	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale détection gaz ob 6	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Ensachage Palettiseur	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Atelier	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale gaz chaufferie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste extraction sous silo	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Charbon p16	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale détection gaz	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Spinor	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Amont four 4	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale détection gaz ob 6	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale détection gaz	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Aval four 4	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Silo 15kT	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Broyeur 1 ^{er} étage	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Four 4	Centrale UVIR	Oui	Automate	Routeur FO
Four 5	Centrale UVIR	Oui	Automate	Routeur FO
Sciures	Centrale UVIR	Oui	Automate	Routeur FO

Tableau 6 : Moyens de protection incendie

En complément de la protection actuelle, une protection contre l'incendie par inertage gaz de toutes les armoires sensibles est en cours de déploiement sur site.

A défaut d'information sur les futurs équipements de défense incendie, nous considérons les installations suivantes basées sur le même modèle de protection que pour le site actuel.

Structure	Moyens protection			
	Dispositif	Report d'information	Relié à	Type de communication
Installations DIS	Extincteur, RIA, poteaux incendie,	Non	/	/
	Extinction Sprinkler par motopompes	Oui	Centrale Sprinkler	Boucle 24V
	Centrale Sprinkler	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale gaz	Oui	Automate	Routeur FO
Bâtiment CSR	Détecteur gaz déporté sur dépotage	Oui	Centrale gaz	Boucle 24V
	Centrale UVIR+ vélocimétriques	Oui	Automate	Routeur FO
	Extinction canons à mousse par motopompes Sprinkler DIS	Oui	Centrale Extinction	Boucle 24V
Sales électriques four K6	Centrale Extinction automatique	Oui	Automate	Routeur FO
Four K6	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale détection gaz	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale UVIR	Oui	Automate	Routeur FO
	Extinction automatique par motopompes Sprinkler DIS sur ligne de cuisson en combustibles	Oui	Centrale Extinction	Boucle 24V
	Centrale Extinction automatique	Oui	Automate	Routeur FO
Crush and Storage elec room	Centrale incendie (câbles multipoints, détecteurs fumées, détecteurs de niveau au niveau des rétentions des portiques, ampoules fusibles, détecteurs toluène...)	Oui	Automate	Routeur FO
Feed Bins elec room	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Hammer mill elec room	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Main sub-station and kiln line elec room	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Nouvelle Salle de contrôle	Poste de contrôle centralisant les différents reports d'alarme du site	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrales détection gaz galerie technique	Oui	Automate	Routeur FO

Tableau 7 : Moyens de protection incendie

2.8 Cheminement des réseaux courants forts et faibles généraux du site

Zone	Lignes connectées			
	Nom	Longueur (m)	Relié à	Type
Unité Trommel	Alimentation HT	150	Poste Délayage	Souterrain
	Alimentation HT	120	Poste Spinor	Souterrain
	Alimentation BT	1000	Unité Spinor	Souterrain
Unité Spinor	Alimentation HT	100	Poste Trommel	Souterrain
	Alimentation HT	120	Poste Spinor	Souterrain
	Alimentation BT	1000	Unité Spinor	Souterrain
Unité Four 5	Alimentation HT	200	Galerie four 5	Souterrain
	Alimentation HT	150	Four 5 atelier	Souterrain
	Alimentation HT	150	Broyage charbon	Souterrain
	Alimentation BT	1000	Four 5	Souterrain
Hall Clinker	Alimentation BT	125	Hall Clinkler	Souterrain
	Alimentation BT	1000	Hall Clinkler	Souterrain
Unité DIB+Silos	Alimentation BT	50	Four 5	Souterrain
	Alimentation BT	1000	Zone DIB	Souterrain
Stockage sciure	Alimentation HT	50	Poste Sciure	Souterrain
	Alimentation BT	1000	Stockage Sciure	Souterrain
Traitement Pâte	Alimentation HT	50	Poste Pâte	Souterrain
	Alimentation HT	400	Poste Pâte	Souterrain
	Alimentation HT	30	Poste Broyage Pâte	Souterrain
	Alimentation BT	1000	Traitement Pâte	Souterrain
Ligne four 4	Alimentation HT	100	Poste four 4	Souterrain
	Alimentation HT	100	Poste four 4 et poste massif	Souterrain
	Alimentation HT	100	Poste four 4 et poste chauffe four 4	Souterrain
	Alimentation HT	100	Poste four 4 et poste chauffe broyage charbon	Souterrain
	Alimentation HT	100	Poste four 4 et poste broyage 4	Souterrain
	Alimentation BT	1000	Ligne HT entre poste ajout manut et poste de livraison	Souterrain
Broyeur B3/4	Alimentation HT	400	Ligne HT entre poste ajout manut et poste de livraison	Souterrain
	Alimentation HT	25	Ligne HT entre poste ajout manut et poste mot cde B3	Souterrain
	Alimentation HT	100	Ligne HT entre poste massif et poste broyage 4	Souterrain
	Alimentation BT	1000	Distribution électrique BT de l'unité	Souterrain
Silo 15kT	Alimentation BT	75	Distribution électrique ensachage	Souterrain
	Alimentation BT	1000	Distribution électrique unité	Souterrain

Tableau 8 : Réseaux

Lorsque la longueur d'une section de service est inconnue, on estime que $L_c = 1000$ m.

Les informations sont tirées de l'analyse de risque foudre réalisées en 2019 par la société BCM.

Zone	Lignes connectées			
	Nom	Longueur (m)	Relié à	Type
Hall, silo/broyeur charbon	Alimentation HT	100	Ligne HT entre poste chauffe four 4 et poste broyage charbon	Souterrain
	Alimentation HT	150	Ligne HT entre poste chauffe manut four 5 et poste broyage charbon	Souterrain
	Alimentation HT	125	Ligne HT entre poste broyage charbon et poste expédition/15KT	Souterrain
	Alimentation BT	1000	Distribution électrique BT de l'unité	Souterrain
Silos 1 à 8	Alimentation HT	125	Ligne HT entre poste broyage charbon et poste expédition/15KT	Souterrain
	Alimentation BT	100	Alimentation électrique du bâtiment ensachage	Souterrain
	Alimentation BT	75	Alimentation partant du poste ensachage vrac expédition /15KT vers silo 15KT	Souterrain
	Alimentation BT	1000	Distribution électrique BT de l'unité	Souterrain
Expédition ensachage	Alimentation BT	100	Alimentation électrique du bâtiment ensachage depuis poste ensachage vrac expédition / 15KT	Souterrain
	Alimentation BT	1000	Distribution électrique BT de l'unité	Souterrain
Stockage CSR (Ex Hall Clinker)	Alimentation BT	125	Alimentation électrique depuis poste four 5	Souterrain
	Alimentation BT	1000	Distribution électrique BT de l'unité	Souterrain
Nouvelle unité DIS	Alimentation BT	50	Ligne BT depuis local technique	Souterrain
Nouveau Four K6	Alimentation HT	1000	Ligne HT depuis poste HT	Souterrain
	Alimentation HT	1000	Ligne HT depuis poste HT	Souterrain
	Alimentation HT	1000	Ligne HT depuis poste HT	Souterrain

Tableau 9 : Réseaux

Lorsque la longueur d'une section de service est inconnue, on estime que $L_c = 1000$ m.

Les informations sont tirées de l'analyse de risque foudre réalisées en 2019 par la société BCM.

2.9 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom	Nature	Mise à la terre
Nouvelle unité DIS	Canalisations Sprinkler poste Sprinkler	Acier	A réaliser
	Canalisations Sprinkler poste dépotage	Acier	A réaliser
	Canalisations Sprinkler cuvette	Acier	A réaliser
	Canalisations produits dangereux vers usine : - Solvants, - Air, - Huiles	Acier	A réaliser
Nouveau Four K6	Canalisations fluides dangereux	A définir	A réaliser si acier
	Canalisations sprinkler depuis DIS	Acier	A réaliser
	Canalisations produits dangereux depuis DIS	Acier	A réaliser
Chaufferie centrale	Canalisation Gaz	Acier	Cu 25mm ²
Poste de livraison GRTGAZ	Canalisation Gaz	Acier	Cu 25mm ²
Fours 4-5	Canalisations fluides depuis DIS	Acier	Cu 25mm ²
	Canalisations Fuel	Acier	A réaliser
Cuve fuel 30000L	Canalisations vers fours	Acier	A réaliser
Poste broyage charbon	Canalisation Gaz	Acier	Cu 25mm ²
Nouvelle unité CSR	Canalisations sprinkler depuis DIS	Acier	A réaliser

Source : Selon Audit/plans.

Tableau 10 : Canalisations

3. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES

3.1 Textes réglementaires

Arrêté du 4 octobre 2010 modifié relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.

Circulaire du 24 avril 2008 relative à l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010.

3.2 Normes de références

NF EN 62 305-1 (C 17-100-1) – juin 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux].

NF EN 62 305-2 (C 17-100-2) – novembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Évaluation du risque].

NF EN 62 305-3 (C 17-100-3) – décembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains].

NF EN 62 305-4 (C 17-100-4) – décembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures].

4. MÉTHODOLOGIE

4.1 Présentation générale

Le déroulement de l'Analyse du Risque Foudre doit être conforme à la méthodologie développée dans l'Arrêté Ministériel du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application et comme décrit dans la norme NF EN 62 305-2.

La norme NF EN 62305-2 « Protection contre la foudre – Partie 2 : Évaluation du risque » distingue trois types essentiels de dommages pouvant apparaître à la suite d'un coup de foudre :

- D1: blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et aux tensions de pas ;
- D2: dommages physiques (incendies, explosions, destructions mécaniques, émanations - chimiques) dus au courant de foudre, y compris les étincelles dangereuses ;
- D3: défaillances des réseaux internes dues à l'impulsion électromagnétique de foudre.

Chaque type de dommage peut entraîner des pertes différentes dans la structure à protéger. Les types de perte dépendent des caractéristiques de la structure et de son contenu. 4 types de pertes sont pris en considération :

	Type de pertes		Risques tolérables (Rt)
R1	Perte de vie humaine	<	0,00001
R2	Perte de service public	<	0,001
R3	Perte d'héritage culturel	<	0,001
R4	Perte de valeurs économiques	<	0,001

Tableau 11 : Différents types de pertes

L'Analyse du Risque Foudre identifie :

- les installations qui nécessitent une protection ainsi que le niveau de protection associé ;
- les liaisons entrantes ou sortantes des structures (réseaux d'énergie, réseaux de communications, canalisations) qui nécessitent une protection ;
- la liste des équipements ou des fonctions à protéger ;
- le besoin de prévention visant à limiter la durée des situations dangereuses et l'efficacité du système de détection d'orage éventuel.

L'Analyse du Risque Foudre n'indique pas de solution technique (type de protection directe ou indirecte). La définition de la protection à mettre en place (paratonnerre, cage maillée, nombre et type de parafoudres) et les vérifications du système de protection existant sont du ressort de l'étude technique.

L'Analyse du Risque Foudre ne permet pas au responsable de l'installation de faire installer un système de protection contre la foudre car les mesures de prévention et les dispositifs de protection ne sont pas encore définis lors de cette étape.

Chaque composante de risque $R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W$ et R_Z , peut être exprimée par l'équation générale suivante :

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x$$

Où

N désigne le nombre annuel d'évènements dangereux ou de coups de foudre

P est la probabilité de dommages dus à l'un de ces coups provoquant ces dommages

L est un coefficient de pertes prenant en compte le type de dommage

Les huit composantes sont définies comme suit :

Source de dommage	Nature du risque
Impact sur la structure (S1)	R_A Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de fonton

Rubriques	Désignation de l'activité	Capacité future	Régime future
3531	<p>Elimination des déchets non dangereux non inertes avec une capacité de plus de 50 tonnes par jour, supposant le recours à une ou plusieurs des activités suivantes, à l'exclusion des activités relevant de la directive 91/271/CEE du Conseil du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - traitement biologique ; - traitement physico-chimique ; - prétraitement des déchets destinés à l'incinération ou à la co-incinération ; - traitement du laitier et des cendres ; - traitement en broyeur de déchets métalliques, notamment déchets d'équipements électriques et électroniques et véhicules hors d'usage ainsi que leurs composants. 	<p>Elimination d'eaux polluées par injection en tuyère ou au pré-calcaireur du four K6.</p> <p>Capacité de 216 tonnes/jour</p>	A
3532	<p>Valorisation ou un mélange de valorisation et d'élimination, de déchets non dangereux non inertes avec une capacité supérieure à 75 tonnes par jour et entraînant une ou plusieurs des activités suivantes, à l'exclusion des activités relevant de la directive 91/271/CEE :</p> <ul style="list-style-type: none"> - traitement biologique ; - prétraitement des déchets destinés à l'incinération ou à la co-incinération ; - traitement du laitier et des cendres ; - traitement en broyeur de déchets métalliques, notamment déchets d'équipements électriques et électroniques et véhicules hors d'usage ainsi que leurs composants. 	<p>Co-incinération de déchets industriels non-dangereux pour valorisation matière ou énergétique dans le four K6 par injection en tuyère ou au pré-calcaireur ou ajout au cru. Capacité de 2 040 tonnes/jour</p>	A
3550	<p>Stockage temporaire de déchets dangereux ne relevant pas de la rubrique 3540, dans l'attente d'une des activités énumérées aux rubriques 3510, 3520, 3540 ou 3560 avec une capacité totale supérieure à 50 tonnes, à l'exclusion du stockage temporaire sur le site où les déchets sont produits, dans l'attente de la collecte.</p>	<p><u>Silos coke (mélange coke/boues)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> o Total : 954 tonnes <p><u>Autres déchets dangereux solides</u></p> <ul style="list-style-type: none"> o Total : 32 700 tonnes <p><u>Déchets liquides dangereux</u></p> <ul style="list-style-type: none"> o Total : 1 000 tonnes <p>Soit une capacité de stockage totale de 34 654 tonnes</p>	A
4001	<p>Installations présentant un grand nombre de substances ou mélanges dangereux</p>	<p>Installations présentant un grand nombre de substances ou mélanges dangereux et vérifiant la règle de cumul seuil haut mentionnées au II de l'article R. 511-11</p>	A (Seuil Haut)

Rubriques	Désignation de l'activité	Capacité future	Régime future
4130.2-a	<p>Toxicité aiguë catégorie 3 pour les voies d'exposition par inhalation.</p> <p>2. Substances et mélanges liquides.</p> <p>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :</p> <p>a) Supérieure ou égale à 10 t (A) ;</p> <p>b) Supérieure ou égale à 1 t, mais inférieure à 10 t (D).</p>	<p>Quantité maximale de 1 000 tonnes (4 cuves de 250 m³)</p>	<p align="center">A (Seuil Haut)</p>
4140.2-a	<p>Toxicité aiguë catégorie 3 pour la voie d'exposition orale (H301) dans le cas où ni la classification de toxicité aiguë par inhalation ni la classification de toxicité aiguë par voie cutanée ne peuvent être établies, par exemple en raison de l'absence de données de toxicité par inhalation et par voie cutanée concluantes.</p> <p>2. Substances et mélanges liquides.</p> <p>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :</p> <p>a) Supérieure ou égale à 10 t (A) ;</p> <p>b) Supérieure ou égale à 1 t, mais inférieure à 10 t (D).</p>	<p>Quantité maximale de 1 000 tonnes (4 cuves de 250 m³)</p>	<p align="center">A (Seuil Haut)</p>
4150-1	<p>Toxicité spécifique pour certains organes cibles (STOT) exposition unique catégorie 1.</p> <p>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :</p> <p>a) Supérieure ou égale à 20 t (A) ;</p> <p>b) Supérieure ou égale à 5 t, mais inférieure à 20 t (D).</p>	<p>Quantité maximale de 1 000 tonnes (4 cuves de 250 m³)</p>	<p align="center">A (Seuil Haut)</p>
4331-1	<p>Liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la rubrique 4330.</p> <p>La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines étant :</p> <p>1. Supérieure ou égale à 1 000 t (A) ;</p> <p>2. Supérieure ou égale à 100 t mais inférieure à 1 000 t (E) ;</p> <p>3. Supérieure ou égale à 50 t mais inférieure à 100 t (DC).</p>	<p>Quantité maximale de 900 tonnes (4 cuves de 250 m³ – densité solvants : 0,9)</p>	<p align="center">E</p>
4510-1	<p>Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aiguë 1 ou chronique 1.</p> <p>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :</p> <p>1. Supérieure ou égale à 100 t (A) ;</p> <p>2. Supérieure ou égale à 20 t mais inférieure à 100 t (DC).</p>	<p>Quantité maximale de 1 000 tonnes (4 cuves de 250 m³)</p>	<p align="center">A (Seuil Haut)</p>
4511-1	<p>Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie chronique 2.</p> <p>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :</p> <p>1. Supérieure ou égale à 200 t (A) ;</p> <p>2. Supérieure ou égale à 100 t mais inférieure à 200 t (DC).</p>	<p>Quantité maximale de 1 000 tonnes (4 cuves de 250 m³)</p>	<p align="center">A (Seuil Haut)</p>
4719-2	<p>Acétylène (numéro CAS 74-86-2).</p> <p>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :</p> <p>a) Supérieure ou égale à 1 t (A) ;</p> <p>b) Supérieure ou égale à 250 kg, mais inférieure à 1 t (D).</p>	<p>Quantité inférieure à 1 tonne Stockage d'acétylène (maintenance)</p>	<p align="center">D</p>
4734.2-b	<p>Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution : essences et naphthas ; kérosènes (carburants d'aviation compris) ; gazoles (gazole diesel, gazole de chauffage domestique et mélanges de gazoles compris) ; fioul lourd ; carburants de substitution pour véhicules, utilisés aux mêmes fins et aux mêmes usages et présentant des propriétés similaires en matière d'inflammabilité et de danger pour l'environnement.</p> <p>La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines, étant :</p> <p>2. Pour les autres stockages :</p> <p>a) Supérieure ou égale à 1 000 t (A) ;</p> <p>b) Supérieure ou égale à 100 t d'essence ou 500 t au total, mais inférieure à 1 000 t au total (E) ;</p> <p>c) Supérieure ou égale à 50 t au total, mais inférieure à 100 t d'essence et inférieure à 500 t au total (DC).</p>	<p>117 m³ de GNR (densité de 0,82) répartis dans 6 cuves aériennes, Quantité maximale de 96 tonnes</p>	<p align="center">DC</p>

Rubriques	Désignation de l'activité	Capacité future	Régime future
4801-1	<p>Houille, coke, lignite, charbon de bois, goudron, asphalte, brais et matières bitumineuses. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :</p> <p>a) Supérieure ou égale à 500 t (A) ; b) Supérieure ou égale à 50 t, mais inférieure à 500 t (D).</p>	<p><u>Stockage de coke à broyer</u> Total : 3000 tonnes</p> <p><u>Silos coke (mélange coke/boues)</u> Total : 954 tonnes</p> <p>Soit une capacité de stockage totale de 3 954 tonnes</p>	A
2520	<p>Ciments, chaux, plâtres (Fabrication de) La capacité de production étant supérieure à 5 t/j.</p>	<p>Exploitation d'un four rotatif (K6) Capacité de 3 500 tonnes/jour</p>	A
2770	<p>Installation de traitement thermique de déchets dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2792 et 2793 et des installations de combustion consommant comme déchets uniquement des déchets répondant à la définition de biomasse au sens de la rubrique 2910.</p>	<p>Co-incinération de déchets industriels dangereux pour valorisation matière ou énergétique dans le four K6 par injection en tuyère ou au pré-calcaireur ou ajout au cru.</p>	A
2771	<p>Installation de traitement thermique de déchets non dangereux, à l'exclusion des installations visées à la rubrique 2971 et des installations consommant comme déchets uniquement des déchets répondant à la définition de biomasse au sens de la rubrique 2910</p>	<p>Co-incinération de déchets industriels non-dangereux pour valorisation matière ou énergétique dans le four K6 par injection en tuyère ou au pré-calcaireur ou ajout au cru.</p>	A
2790	<p>Installations de traitement de déchets dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2711, 2720, 2760, 2770, 2792, 2793 et 2795.</p>	<p>Traitement de déchets dangereux pour valorisation matière lors de la préparation du cru ou pour ajout au ciment</p>	A

Rubriques	Désignation de l'activité	Capacité future	Régime future
2791-1	<p>Installation de traitement de déchets non dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2515, 2711, 2713, 2714, 2716, 2720, 2760, 2771, 2780, 2781, 2782, 2794, 2795 et 2971.</p> <p>La quantité de déchets traités étant :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Supérieure ou égale à 10 t/j (A) ; 2. Inférieure à 10 t/j (DC). 	<p>Traitement de déchets non dangereux pour valorisation matière lors de la préparation du cru ou pour ajout au ciment,</p> <p>Capacité de 2 500 tonnes/jour</p>	A – 2 km
2515-1.a	<p>1. Installations de broyage, concassage, criblage, ensachage, pulvérisation, lavage, nettoyage, tamisage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes, en vue de la production de matériaux destinés à une utilisation, à l'exclusion de celles classées au titre d'une autre rubrique ou de la sous-rubrique 2515-2.</p> <p>La puissance maximale de l'ensemble des machines fixes pouvant concourir simultanément au fonctionnement de l'installation, étant :</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Supérieure à 200 kW (E) ; b) Supérieure à 40 kW, mais inférieure ou égale à 200 kW (D). 	<p>La puissance installée de l'ensemble des machines fixes concourant au fonctionnement de l'installation est de 13 198 kW,</p>	E
2910. A-1	<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 la biomasse, des produits connexes de scierie et des chutes du travail mécanique de 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 totale de l'installation de combustion (*) est :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Supérieure ou égale à 20 MW, mais inférieure à 50 MW (E) ; 2. Supérieure ou égale à 1 MW, mais inférieure à 20 MW (DC). 	<p><u>Installations de combustion</u></p> <p>Puissance thermique nominale totale de 46 805 kW</p>	E
1435	<p>Stations-service : installations, ouvertes ou non au public, où les carburants sont transférés de réservoirs de stockage fixes dans les réservoirs à carburant de véhicules.</p> <p>Le volume annuel de carburant liquide distribué étant :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Supérieure à 20 000 m³ (E) ; 2. Supérieure à 100 m³ d'essence ou 500 m³ au total, mais inférieur ou égal à 20 000 m³ (DC). 	<p>Le volume annuel de GNR distribué afin d'alimenter les engins du site s'élèvera à environ 100 m³</p>	DC

Rubriques	Désignation de l'activité	Capacité future	Régime future
1716-1	<p>Substances radioactives mentionnées à la rubrique 1700 autres que celles mentionnées à la rubrique 1735, dont la quantité totale est supérieure à 1 tonne et pour lesquelles les conditions d'exemption mentionnées au 1° du I de l'article R. 1333-106 du code de la santé publique ne sont pas remplies.</p> <p>1. Les substances radioactives ne sont pas uniquement d'origine naturelle et la valeur de QNS est égale ou supérieure à 10⁴ (A) ;</p> <p>2. Les substances radioactives sont uniquement d'origine naturelle ou la valeur de QNS est égale ou supérieure à 1 et strictement inférieure à 10⁴ (D).</p>	<p>L'installation comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un appareil de chromatographie phase gazeuse de marque VARIAN, de type 3800 GC double voie. Le radionucléide est le Ni 63, sous la forme de 2 sources scellées. - 1 analyseur par activation thermique/neutronique à pulsations rapide (PFTNA). 	D
2564.1-b	<p>Nettoyage, dégraissage, décapage de surfaces quelconques par des procédés utilisant des liquides organohalogénés ou des solvants organiques, à l'exclusion des activités classées au titre de la rubrique 3670.</p> <p>1. Hors procédé sous vide, le volume des cuves affectées au traitement étant :</p> <p>a. Supérieur à 1500 l (E) ;</p> <p>b. Supérieur à 20 l, mais inférieur ou égal à 1500 l pour les solvants organiques à mention de danger H340, H350, H350i, H360D, H360F ou les liquides organohalogénés à mention de danger H341 ou H351, au sens du règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006 (DC).</p>	<p>Le volume des cuves affectées au</p>	

	Réf. document RGC 27 378	Révision B	Page 28/55
--	---	-------------------	-----------------------------

	Réf. document RGC 27 378	Révision B	Page 30/55
--	---	-------------------	-----------------------------

5.6 Installations à prendre en compte dans l'analyse de risque foudre

En fonction de leurs tailles et de leurs caractéristiques, les structures sont traitées de façon statistique ou de façon déterministe. L'approche déterministe est pertinente pour les structures ouvertes ou de petites dimensions ou pour les structures métalliques (par exemple tuyauteries).

Bâtiments / Installations	Traitement statistique selon la norme NF EN 62305-2	Traitement déterministe ¹
Nouvelle installation DIS	X	
Nouveau Four K6	X	
Bâtiment de Stockage CSR	X	
Nouveau bâtiment de stockage en fosse et tours de transfert 1-2	Les différentes structures suivantes ne seront pas traitées dans le cadre de cette analyse de risque car les activités sont dépourvues de risque (transfert et manipulation de produits inertes)	
Broyeur et local électrique		
Convoyeurs et local électrique		

Tableau 18 : Installations à étudier dans l'ARF

Méthode déterministe¹ :

Cette méthode ne prend pas en compte le risque de foudroiement local. Par conséquent, quelle que soit la probabilité d'impact, une structure ou un équipement défini comme **Important** Pour la **Sécurité**, sera protégé si l'impact peut engendrer une conséquence sur l'environnement ou sur la sécurité des personnes.

Lorsque la norme NF EN 62305-2 ne s'applique pas réellement (exemple : zone ouverte ou à risque d'impact foudre privilégié telles que les cheminées, aéro-réfrigérants racks, stockages extérieurs,...) cette méthode est choisie.

6. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DE RISQUE Foudre PRÉCÉDENTE

Une analyse de risque foudre à été menée en 2019 par la société BCM sur l'ensemble des installations existantes du site et aboutissant aux conclusions suivantes :

Structures	Niveau de Protection Analyse du Risque Foudre EFFETS DIRECTS	Niveau de Protection Analyse du Risque Foudre EFFETS INDIRECTS
Bloc 1 : Trommel	Structure nécessitant une protection	Structure nécessitant une protection



Tableau 19 : Conclusions de l'ARF précédente

7. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre

7.1 Données générales

DENOMINATION	VALEURS RETENUES
Densité moyenne de points de contact (Nsg) pour la commune de Lumbres (62) données fournies par la Météorage (voir carte ci -dessous)	Nsg = 0,57 (coups de foudre / km ² / an)
Résistivité du sol	500 Ωm* (valeur par défaut)

Tableau 20 : Données pour le calcul du risque foudre

*La nature du sol par sa résistivité influe sur le niveau de perturbation conduite sur les lignes externes entrantes ou sortantes dans les zones dangereuses ou les liaisons entre équipements. Cette valeur est utilisée dans le calcul de l'ARF. La valeur au-delà de laquelle il n'y a guère d'influence est de 500 Ωm.

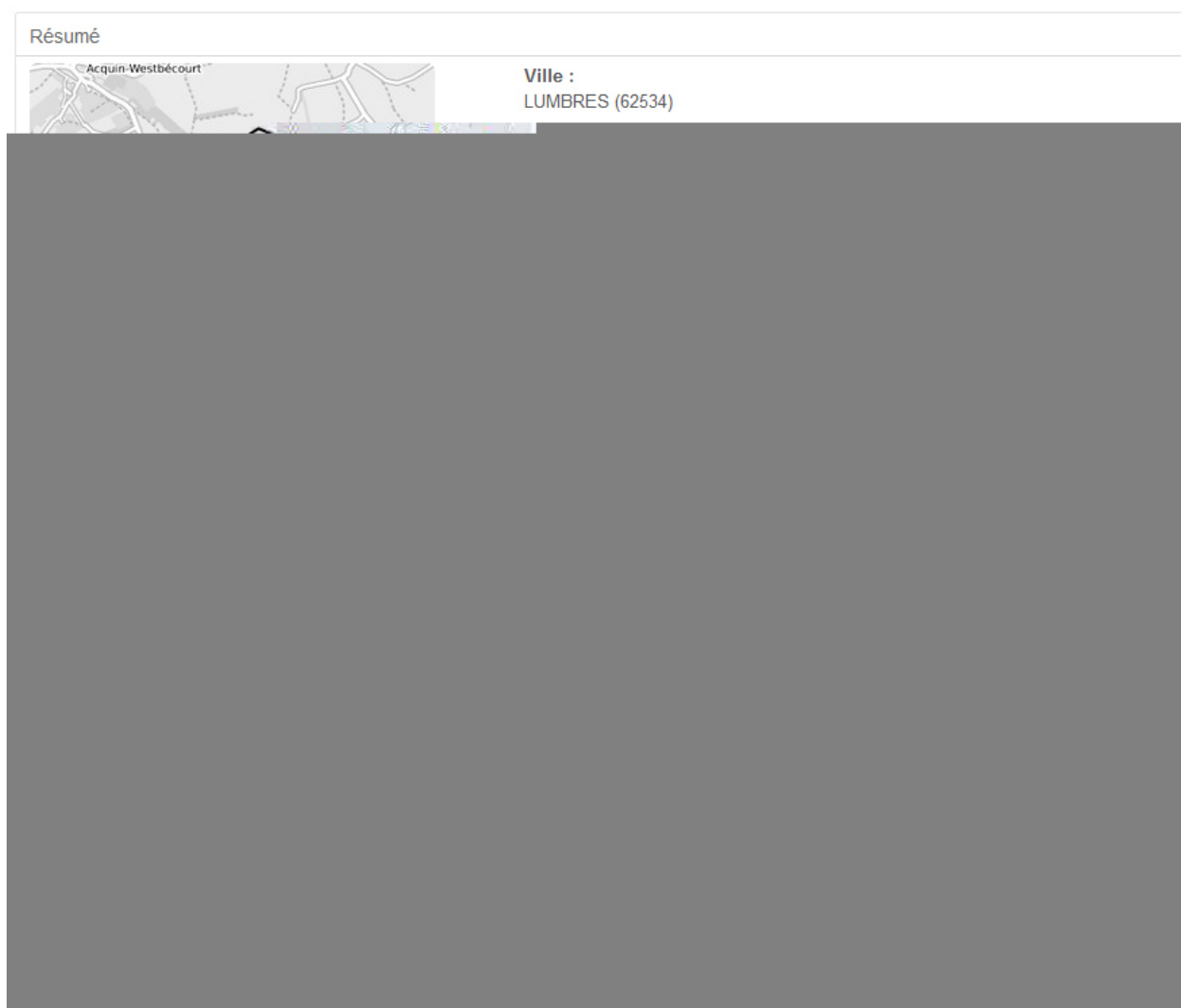


Figure 5: Nsg suivant la carte de météorage

7.2 Nouvelle installation DIS

7.2.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Dimensions	$L \times W \times H_b$	55,0 x 30,6 x 14,10 m	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	$A_{d/b}$	1,45E-02 km ²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	$C_{d/b}$	0,5	Entouré d'objets plus petits
Protection existante contre les effets directs	P_B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K_{s1}	1	Aucun blindage

Tableau 21 : Données et caractéristiques de la structure

Justification des paramètres encodés

Paramètre $C_{d/b}$ (facteur d'emplacement)

Présence de structures ou d'arbres de hauteur inférieure à proximité, dans un rayon égal à 3 fois la hauteur du bâtiment étudié.

Nous indiquons donc la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

Le bâtiment n'est pas protégé par un SPF (Système de protection contre la foudre). Nous indiquons la valeur = 1

Dans un premier temps nous calculons R_1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_T des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre K_{s1} (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)

La zone n'est pas équipée d'un écran spatial. Nous indiquons la valeur = 1

7.2.2 Données et caractéristiques des services

Numéro de liaison	Nom de la ligne	LC	H	$L_a \times W_a \times H_a$	C_d	C_e	U_w	K_{s3}	P_{SPD}
1	Alimentation BT	50	-	17,0 x 5,0 x 6,0	0,25	0,5	4kV	0,02	1

Tableau 22 : Données et caractéristiques des services

Nota : Les lignes étudiées correspondent à la zone de l'analyse de risque foudre.

Justification des paramètres encodés

Paramètre L_c (Longueur de la section du service)

La valeur indiquée correspond à la longueur de la ligne.

Nous indiquons la valeur 1000 m par défaut lorsque la longueur n'est pas connue.

Paramètres H (caractéristiques de la hauteur de la ligne)

La valeur indiquée correspond à la hauteur de la ligne aérienne.

Paramètres L_a, W_a, H_a (caractéristiques de la structure adjacente)

La valeur indiquée correspond aux dimensions du bâtiment raccordé à la ligne.

Paramètre C_d (facteur d'emplacement de ligne)

Les lignes sont enterrées, donc le reste de la structure est d'une hauteur bien plus importante, nous indiquons la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

Les lignes sont aériennes, le reste de la structure est d'une hauteur moins importante, nous indiquons la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le bâtiment se situe en zone suburbaine ce qui correspond à des hauteurs de bâtiments inférieure à 10m. Nous indiquons la valeur = 0,5 – zone suburbaine.

Paramètre U_w (Tension de tenue au choc des matériels)

Selon le guide UTE C 15-443, la tension de tenue aux chocs est de 6 kV pour la ligne d'alimentation HT, 4 kV pour les lignes d'alimentation BT, 2,5 kV pour les équipements BT et de 1,5 kV pour un réseau courant faible.

Paramètre K_{s3} (Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne)

Pour la ligne de puissance et de communication, nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,02$ car nous considérons que c'est un câble non écranté avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².

Paramètre P_{SPD} (probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres)

Le bâtiment n'est pas protégé par des parafoudres. Nous indiquons la valeur = 1

7.2.3 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	r_a / r_u	0,01	Béton
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service	P_{TU}	1	Aucune mesure de protection
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure	P_{TA}	1	Aucune mesure de protection
Dispositions réduisant la conséquence de feu	r_p	0,2	Automatiques
Risque d'incendie de la structure	r_f	0,1	Elevé
Pertes par dommages physiques (relatives à R1)	L_f	5×10^{-2}	Structure Industrielle
Présence d'un danger particulier	h_z	20	Danger pour l'environnement
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*	L_o	0	SO

Tableau 23 : Données et caractéristiques de la zone

Paramètre r_a / r_u (facteur de réduction associé au type de sol)

Type de sol ou de plancher	Résistance de contact $k\Omega'$	r_a / r_u
Agricole, béton	≤ 1	10^{-2}
Marbre, céramique	1-10	10^{-3}
Gravier, moquette, tapis	10-100	10^{-4}
Asphalte, linoléum, bois	≥ 100	10^{-5}

(1) Valeurs mesurées entre une électrode de 400cm² comprimée avec une force de 500 N à point à l'infini.

Tableau 24 : Paramètre r_a / r_u

Paramètre P_{TU} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre P_{TA} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre r_p (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)

Le site est équipé de systèmes d'extinction automatiques. La valeur est = 0,2.

Paramètre r_f (facteur de réduction associé au risque d'incendie)

Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence de substances inflammables en quantité importante et en l'absence d'information sur la charge calorifique des produits présents.

La valeur est = 0,1.

Le calcul des charges calorifiques est fait à l'aide des données mentionnées dans le logiciel Jupiter 2.0.

Ce tableau, issu de la norme NF EN 62 305-2, est donné à titre indicatif afin de connaître les différents niveaux de risque d'incendie par rapport à la charge calorifique des différents produits stockés

Risque	Faible	Ordinaire	Elevé
Charge calorifique	<400MJ/m ²	400MJ/m ² < <800MJ/m ²	>800MJ/m ²

Tableau 25 : Paramètre r_f

Paramètre L_f (pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques)

Type de Structure	L_f
Hôpitaux, hôtels, bâtiments civils	10 ⁻¹
Industrielle, commerciale, scolaire	5 x 10 ⁻²
Publique, églises, musées	2 x 10 ⁻²
Autres	10 ⁻²

Tableau 26 : Paramètre L_f

Paramètre h_z (facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial)

Type de danger particulier	h_z
Pas de danger particulier	1
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	2
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	5
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées)	5
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	10
Le risque de Dangers pour l'environnement a été retenu pour les raisons suivantes : Absence de risques d'émission de substances chimiques ou biologiques hors du site, effets latéraux contenus à l'intérieur du site.	20
Le risque de Contamination de l'environnement a été retenu pour les raisons suivantes : Présence de risques d'émission de substances chimiques ou biologiques hors du site et/ou effets latéraux contenus à l'intérieur du site.	50

Tableau 27 : Paramètre h_z

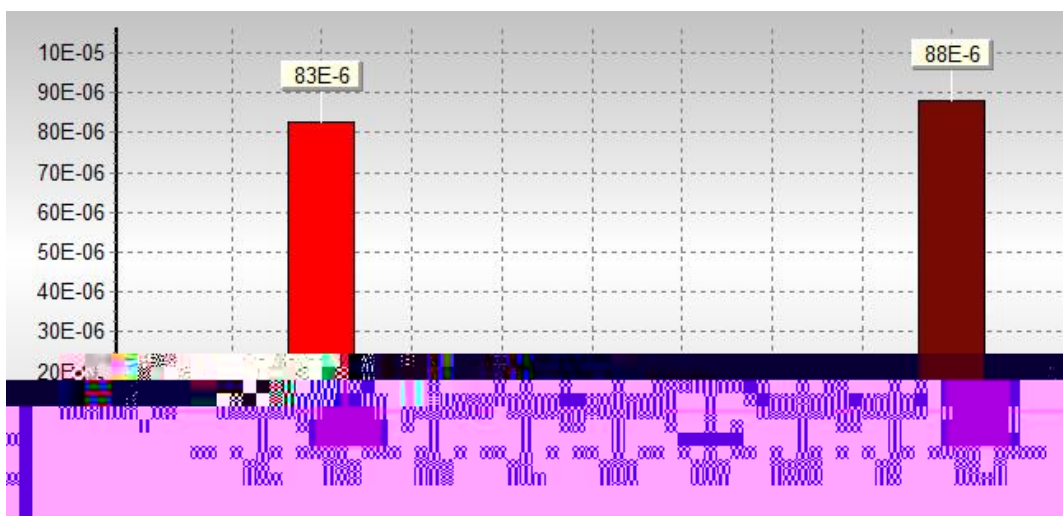
Paramètre L_o (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)

Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer. Nous indiquons la valeur L_o = 0.

7.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)

Sans protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	DIS	8,81 E ⁻⁵	>	1 x 10 ⁻⁵



Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
0,00E+00					0,00E+00
8,27E-05					8,27E-05
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
2,70E-09					2,70E-09
5,40E-06					5,40E-06
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
8,81E-05					8,81E-05

Figure 6: Résultat du calcul du risque R1 sans protections

La nouvelle installation DIS n'a pas un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation. Il est donc nécessaire de réduire ce risque à un niveau inférieur au Risque tolérable (Rt).

Il y a donc lieu de procéder à la mise en œuvre de mesures de protection afin que le risque calculé R1 soit < risque tolérable Rt1.

Analyse **avec** protections

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	DIS	4,24 x 10 ⁻⁶	<	1 x 10 ⁻⁵

Figure 7: Résultat du calcul du risque R1 avec protections

La nouvelle installation DIS a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation après la mise en place de protections contre la foudre.

Choix des mesures de protection

Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont **R_b** et **R_v**.

Caractéristiques de la structure ou du système interne	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Surface équivalente d'exposition	X	X	X	X	X	X	X	X
Résistivité de surface du sol	X							
Résistivité du sol					X			
Restrictions physiques, isolation, avertissement, isolation équipotentielle du sol	X				X			
SPF	X ¹⁾	X	X ²⁾	X ²⁾	X ³⁾	X ³⁾		
Parafoudres coordonnés			X	X			X	X
Ecran spatial			X	X				
Réseaux externes écrantés					X	X	X	X
Réseaux internes écrantés			X	X				
Précautions de cheminement			X	X				
Réseau équipotentiel			X					
Précautions incendie		X				X		
Sensibilité au feu		X				X		
Danger particulier		X				X		
Tension de tenue aux chocs			X	X	X	X	X	X

¹⁾ Dans le cas de SPF naturel ou normalisé avec une distance entre conducteurs de descente inférieures à 10 m ou si une séparation physique n'est pas prévue, le risque lié à des blessures pour les êtres vivants dû à des tensions de contact et de pas est négligeable.

²⁾ Uniquement pour les SPF extérieurs en grille.

³⁾ En raison des équipotentialités.

Tableau 28 : Choix des protections foudre

Afin de réduire ces composantes sous la valeur tolérable, il faut mettre en place :

Un système de protection contre la foudre SPF de niveau II pour les effets directs de la foudre (protection externe sur la structure) et de niveau II pour les effets indirects de la foudre (protection interne sur les lignes de puissance).

7.3 Nouveau Stockage CSR

7.3.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Dimensions	$L \times W \times H_b$	85,0 x 25,0 x 25,0 m	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	$A_{d/b}$	3,63E-01 km ²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	$C_{d/b}$	0,25	Entouré d'objets plus hauts
Protection existante contre les effets directs	P_B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K_{s1}	1	Aucun blindage

Tableau 29 : Données et caractéristiques de la structure

Justification des paramètres encodés

Paramètre $C_{d/b}$ (facteur d'emplacement)

Présence de structures ou d'arbres de hauteur supérieurs à proximité.
Nous indiquons donc la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

Le bâtiment n'est pas protégé par un SPF (Système de protection contre la foudre). Nous indiquons la valeur = 1

Dans un premier temps nous calculons R_1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_T des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre K_{s1} (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)

La zone n'est pas équipée d'un écran spatial. Nous indiquons la valeur = 1

7.3.2 Données et caractéristiques des services

Numéro de liaison	Nom de la ligne	LC	H	$L_a \times W_a \times H_a$	C_d	C_e	U_w	K_{s3}	P_{SPD}
1	Alimentation BT	125	-	260,0x22,0x80,0	0,25	0,5	4kV	0,02	1
2	Alimentation BT	1000	-	-	0,25	0,5	4kV	0,02	1

Tableau 30 : Données et caractéristiques des services

Nota : Les lignes étudiées correspondent à la zone de l'analyse de risque foudre.

Justification des paramètres encodés

Paramètre L_c (Longueur de la section du service)

La valeur indiquée correspond à la longueur de la ligne.

Nous indiquons la valeur 1000 m par défaut lorsque la longueur n'est pas connue.

Paramètres H (caractéristiques de la hauteur de la ligne)

La valeur indiquée correspond à la hauteur de la ligne aérienne.

Paramètres L_a, W_a, H_a (caractéristiques de la structure adjacente)

La valeur indiquée correspond aux dimensions du bâtiment raccordé à la ligne.

Paramètre C_d (facteur d'emplacement de ligne)

Les lignes sont enterrées, donc le reste de la structure est d'une hauteur bien plus importante, nous indiquons la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

Les lignes sont aériennes, le reste de la structure est d'une hauteur moins importante, nous indiquons la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le bâtiment se situe en zone suburbaine ce qui correspond à des hauteurs de bâtiments inférieure à 10m. Nous indiquons la valeur = 0,5 – zone suburbaine.

Paramètre U_w (Tension de tenue au choc des matériels)

Selon le guide UTE C 15-443, la tension de tenue aux chocs est de 6 kV pour la ligne d'alimentation HT, 4 kV pour les lignes d'alimentation BT, 2,5 kV pour les équipements BT et de 1,5 kV pour un réseau courant faible.

Paramètre K_{s3} (Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne)

Pour la ligne de puissance et de communication, nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,02$ car nous considérons que c'est un câble non écrané avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².

Paramètre P_{SPD} (probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres)

Le bâtiment n'est pas protégé par des parafoudres. Nous indiquons la valeur = 1

7.3.3 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	r_a / r_u	0,01	Béton
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service	P_{TU}	1	Aucune mesure de protection
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure	P_{TA}	1	Aucune mesure de protection
Dispositions réduisant la conséquence de feu	r_p	0,5	Manuelles
Risque d'incendie de la structure	r_f	0,1	Elevé
Pertes par dommages physiques (relatives à R1)	L_f	5×10^{-2}	Structure Industrielle
Présence d'un danger particulier	h_z	2	Risque faible
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*	L_0	0	SO

Tableau 31 : Données et caractéristiques de la zone

Paramètre r_a / r_u (facteur de réduction associé au type de sol)

Type de sol ou de plancher	Résistance de contact $k\Omega'$	r_a / r_u
Agricole, béton	≤ 1	10^{-2}
Marbre, céramique	1-10	10^{-3}
Gravier, moquette, tapis	10-100	10^{-4}
Asphalte, linoléum, bois	≥ 100	10^{-5}

(2) Valeurs mesurées entre une électrode de 400cm² comprimée avec une force de 500 N à point à l'infini.

Tableau 32 : Paramètre r_a / r_u

Paramètre P_{TU} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre P_{TA} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre r_p (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)

Le site est équipé de systèmes d'extinction manuels. La valeur est = 0,5.

Paramètre r_f (facteur de réduction associé au risque d'incendie)

Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence de substances inflammables en quantité importante et en l'absence d'information sur la charge calorifique des produits présents.
La valeur est = 0,1.

Le calcul des charges calorifiques est fait à l'aide des données mentionnées dans le logiciel Jupiter 2.0.

Ce tableau, issu de la norme NF EN 62 305-2, est donné à titre indicatif afin de connaître les différents niveaux de risque d'incendie par rapport à la charge calorifique des différents produits stockés

Risque	Faible	Ordinaire	Elevé
Charge calorifique	<400MJ/m ²	400MJ/m ² < <800MJ/m ²	>800MJ/m ²

Tableau 33 : Paramètre r_f

Paramètre L_f (pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques)

Type de Structure	L_f
Hôpitaux, hôtels, bâtiments civils	10 ⁻¹
Industrielle, commerciale, scolaire	5 x 10 ⁻²
Publique, églises, musées	2 x 10 ⁻²
Autres	10 ⁻²

Tableau 34 : Paramètre L_f

Paramètre h_z (facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial)

Type de danger particulier	h_z
Pas de danger particulier	1
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	2
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	5
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées)	5
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	10
Le risque de Dangers pour l'environnement a été retenu pour les raisons suivantes : Absence de risques d'émission de substances chimiques ou biologiques hors du site, effets latéraux contenus à l'intérieur du site.	20
Le risque de Contamination de l'environnement a été retenu pour les raisons suivantes : Présence de risques d'émission de substances chimiques ou biologiques hors du site et/ou effets latéraux contenus à l'intérieur du site.	50

Tableau 35 : Paramètre h_z

Paramètre L_o (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)

Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer. Nous indiquons la valeur L_o = 0.

7.3.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)

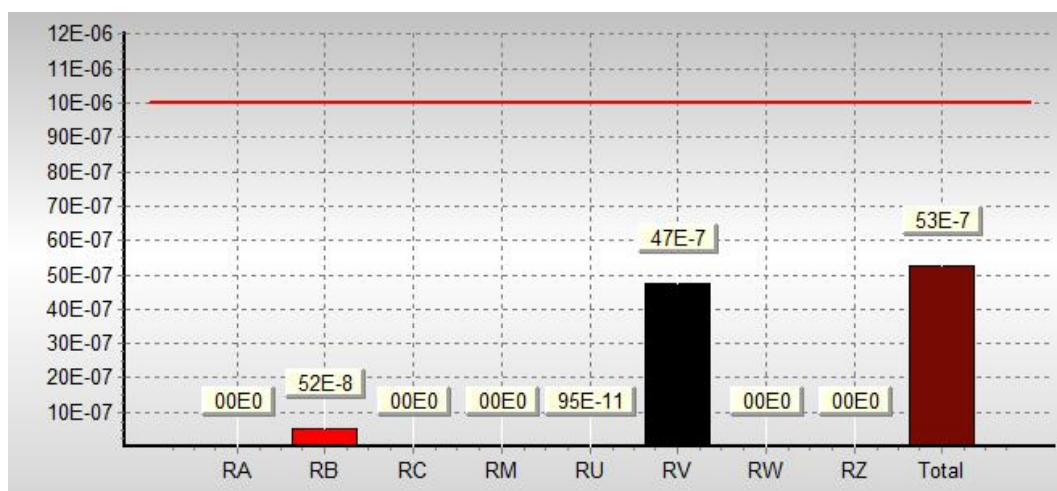
Sans protection ou mesure de prévention

Figure 8: Résultat du calcul du risque R1 sans protections

Le bâtiment de stockage CSR

Analyse **avec** protections

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Stockage CSR	$5,26 \times 10^{-6}$	<	1×10^{-5}



Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
0,00E+00					0,00E+00
5,17E-07					5,17E-07
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
9,47E-10					9,47E-10
4,74E-06					4,74E-06
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
5,26E-06					5,26E-06

Figure 9: Résultat du calcul du risque R1 avec protections

Le bâtiment de stockage CSR a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation après la mise en place de protections contre la foudre.

Choix des mesures de protection

Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont **R_b** et **R_v**.

Caractéristiques de la structure ou du système interne	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Mesures de protection								
Surface équivalente d'exposition	X	X	X	X	X	X	X	X
Résistivité de surface du sol	X							
Résistivité du sol					X			
Restrictions physiques, isolation, avertissement, isolation équipotentielle du sol	X				X			
SPF	X ¹⁾	X	X ²⁾	X ²⁾	X ³⁾	X ³⁾		
Parafoudres coordonnés			X	X			X	X
Ecran spatial			X	X				
Réseaux externes écrantés					X	X	X	X
Réseaux internes écrantés			X	X				
Précautions de cheminement			X	X				
Réseau équipotentiel			X					
Précautions incendie		X				X		
Sensibilité au feu		X				X		
Danger particulier		X				X		
Tension de tenue aux chocs			X	X	X	X	X	X

¹⁾ Dans le cas de SPF naturel ou normalisé avec une distance entre conducteurs de descente inférieures à 10 m ou si une séparation physique n'est pas prévue, le risque lié à des blessures pour les êtres vivants dû à des tensions de contact et de pas est négligeable.

²⁾ Uniquement pour les SPF extérieurs en grille.

³⁾ En raison des équipotentialités.

Tableau 36 : Choix des protections foudre

Afin de réduire ces composantes sous la valeur tolérable, il faut mettre en place :

Un système de protection contre la foudre SPF de niveau I pour les effets directs de la foudre (protection externe sur la structure) et de niveau I pour les effets indirects de la foudre (protection interne sur les lignes de puissance).

7.4 Nouveau Four K6

7.4.1 Données et caractéristiques de la structure

<i>Paramètres / Facteurs</i>	<i>Symbole</i>	<i>Valeurs retenues</i>	<i>Signification</i>
Dimensions	$L \times W \times H_b$	277,0 x 98,0 x 35,0 m (Hmax: 115m)	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	$A_{d/b}$	3,74E-01 km ²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	$C_{d/b}$	0,5	Entouré d'objets plus petits
Protection existante contre les effets directs	P_B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K_{s1}	1	Aucun blindage

Tableau 37 : Données et caractéristiques de la structure

Justification des paramètres encodés

Paramètre $C_{d/b}$ (facteur d'emplacement)

Présence de structures ou d'arbres de hauteur inférieur à proximité, dans un rayon égal à 3 fois la hauteur du bâtiment étudié.

Nous indiquons donc la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

Le bâtiment n'est pas protégé par un SPF (Système de protection contre la foudre). Nous indiquons la valeur = 1

Dans un premier temps nous calculons R_1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_r des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre K_{s1} (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)

La zone n'est pas équipée d'un écran spatial. Nous indiquons la valeur = 1

7.4.2 Données et caractéristiques des services

Numéro de liaison	Nom de la ligne	LC	H	$L_a \times W_a \times H_a$	C_d	C_e	U_w	K_{s3}	P_{SPD}
1	Alimentation HT 1	1000	-	-	0,25	0,5	6kV	0,02	1
2	Alimentation HT 2	1000	-	-	0,25	0,5	6kV	0,02	1
3	Alimentation HT 3	1000	-	-	0,25	0,5	6kV	0,02	1

Tableau 38 : Données et caractéristiques des services

Nota : Les lignes étudiées correspondent à la zone de l'analyse de risque foudre.

Justification des paramètres encodés

Paramètre L_c (Longueur de la section du service)

La valeur indiquée correspond à la longueur de la ligne.

Nous indiquons la valeur 1000 m par défaut lorsque la longueur n'est pas connue.

Paramètres H (caractéristiques de la hauteur de la ligne)

La valeur indiquée correspond à la hauteur de la ligne aérienne.

Paramètres L_a, W_a, H_a (caractéristiques de la structure adjacente)

La valeur indiquée correspond aux dimensions du bâtiment raccordé à la ligne.

Paramètre C_d (facteur d'emplacement de ligne)

Les lignes sont enterrées, donc le reste de la structure est d'une hauteur bien plus importante, nous indiquons la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

Les lignes sont aériennes, le reste de la structure est d'une hauteur moins importante, nous indiquons la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le bâtiment se situe en zone suburbaine ce qui correspond à des hauteurs de bâtiments inférieure à 10m. Nous indiquons la valeur = 0,5 – zone suburbaine.

Paramètre U_w (Tension de tenue au choc des matériels)

Selon le guide UTE C 15-443, la tension de tenue aux chocs est de 6 kV pour la ligne d'alimentation HT, 4 kV pour les lignes d'alimentation BT, 2,5 kV pour les équipements BT et de 1,5 kV pour un réseau courant faible.

Paramètre K_{s3} (Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne)

Pour la ligne de puissance et de communication, nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,02$ car nous considérons que c'est un câble non écrané avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².

Paramètre P_{SPD} (probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres)

Le bâtiment n'est pas protégé par des parafoudres. Nous indiquons la valeur = 1

7.4.3 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	r_a / r_u	0,01	Béton
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service	P_{TU}	1	Aucune mesure de protection
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure	P_{TA}	1	Aucune mesure de protection
Dispositions réduisant la conséquence de feu	r_p	0,5	Manuelles
Risque d'incendie de la structure	r_f	0,01	Ordinaire
Pertes par dommages physiques (relatives à R1)	L_f	5×10^{-2}	Structure Industrielle
Présence d'un danger particulier	h_z	2	Risque faible
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*	L_0	0	SO

Tableau 39 : Données et caractéristiques de la zone

Paramètre r_a / r_u (facteur de réduction associé au type de sol)

Type de sol ou de plancher	Résistance de contact $k\Omega'$	r_a / r_u
Agricole, béton	≤ 1	10^{-2}
Marbre, céramique	1-10	10^{-3}
Gravier, moquette, tapis	10-100	10^{-4}
Asphalte, linoléum, bois	≥ 100	10^{-5}

(3) Valeurs mesurées entre une électrode de 400cm² comprimée avec une force de 500 N à point à l'infini.

Tableau 40 : Paramètre r_a / r_u

Paramètre P_{TU} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre P_{TA} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre r_p (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)

Le site est équipé de systèmes d'extinction manuels. La valeur est = 0,5.

Paramètre r_f (facteur de réduction associé au risque d'incendie)

Le risque d'incendie estimé est « Ordinaire » vu la présence de substances inflammables en quantité faible (gaz-DIS-CSR) et en l'absence d'information sur la charge calorifique des produits présents. La valeur est = 0,01.

Le calcul des charges calorifiques est fait à l'aide des données mentionnées dans le logiciel Jupiter 2.0.

Ce tableau, issu de la norme NF EN 62 305-2, est donné à titre indicatif afin de connaître les différents niveaux de risque d'incendie par rapport à la charge calorifique des différents produits stockés

Risque	Faible	Ordinaire	Elevé
Charge calorifique	<400MJ/m ²	400MJ/m ² < 800MJ/m ²	>800MJ/m ²

Tableau 41 : Paramètre r_f

Paramètre L_f (pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques)

Type de Structure	L_f
Hôpitaux, hôtels, bâtiments civils	10 ⁻¹
Industrielle, commerciale, scolaire	5 x 10 ⁻²
Publique, églises, musées	2 x 10 ⁻²
Autres	10 ⁻²

Tableau 42 : Paramètre L_f

Paramètre h_z (facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial)

Type de danger particulier	h_z
Pas de danger particulier	1
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	2
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	5
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées)	5
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	10
Le risque de Dangers pour l'environnement a été retenu pour les raisons suivantes : Absence de risques d'émission de substances chimiques ou biologiques hors du site, effets latéraux contenus à l'intérieur du site.	20
Le risque de Contamination de l'environnement a été retenu pour les raisons suivantes : Présence de risques d'émission de substances chimiques ou biologiques hors du site et/ou effets latéraux contenus à l'intérieur du site.	50

Tableau 43 : Paramètre h_z

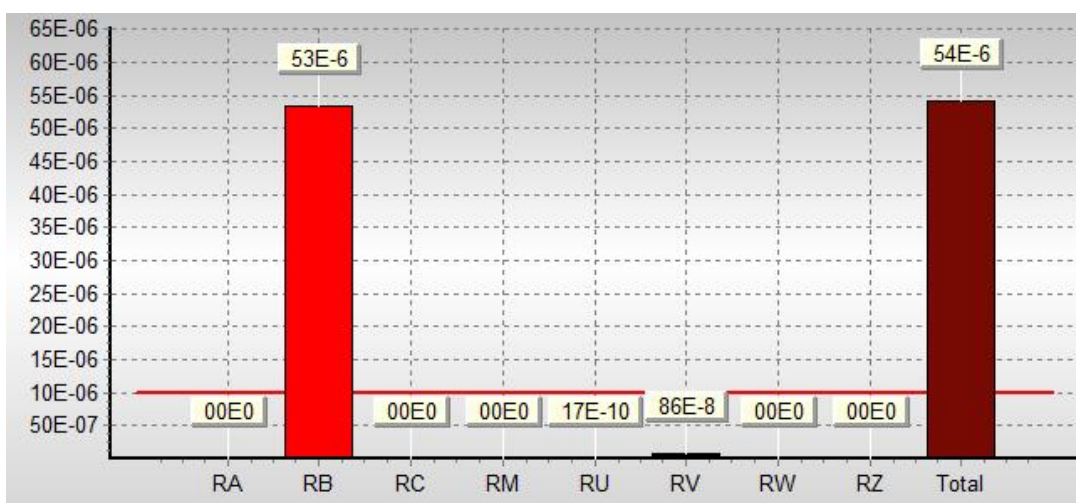
Paramètre L_o (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)

Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer. Nous indiquons la valeur L_o = 0.

7.4.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)

Sans protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Four K6	5,42 E ⁻⁵	>	1 x 10 ⁻⁵



Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
0,00E+00					0,00E+00
5,33E-05					5,33E-05
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
1,71E-09					1,71E-09
8,56E-07					8,56E-07
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
5,42E-05					5,42E-05

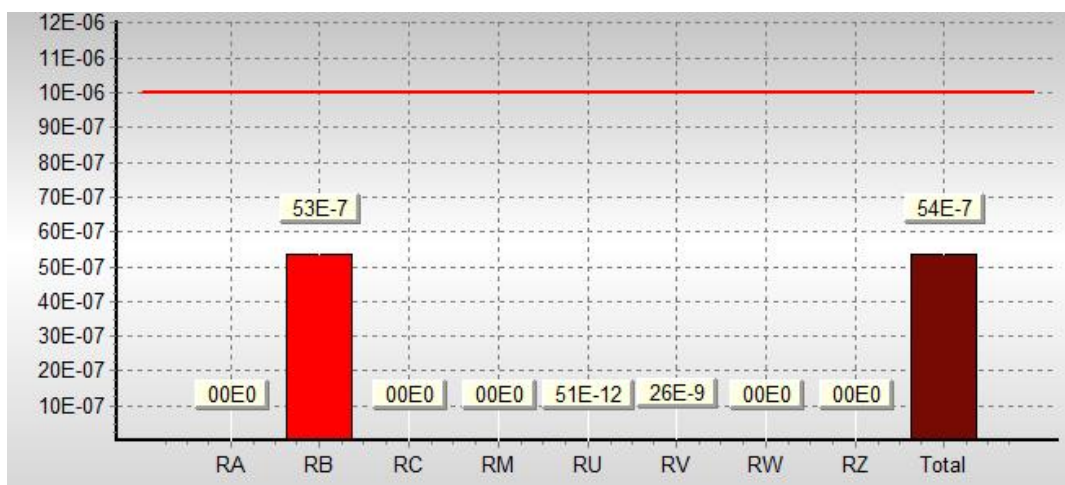
Figure 10: Résultat du calcul du risque R1 sans protections

Le nouveau Four K6 n'a pas un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation. Il est donc nécessaire de réduire ce risque à un niveau inférieur au Risque tolérable (Rt).

Il y a donc lieu de procéder à la mise en œuvre de mesures de protection afin que le risque calculé R1 soit < risque tolérable Rt1.

Analyse **avec** protections

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Four K6	5,36 x 10 ⁻⁶	<	1 x 10 ⁻⁵



Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
0,00E+00					0,00E+00
5,33E-06					5,33E-06
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
5,13E-11					5,13E-11
2,57E-08					2,57E-08
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
5,36E-06					5,36E-06

Figure 11: Résultat du calcul du risque R1 avec protections

Le nouveau Four K6 a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation après la mise en place de protections contre la foudre.

Choix des mesures de protection

Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont **R_B** et **R_V**.

Caractéristiques de la structure ou du système interne	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Mesures de protection								
Surface équivalente d'exposition	X	X	X	X	X	X	X	X
Résistivité de surface du sol	X							
Résistivité du sol					X			
Restrictions physiques, isolation, avertissement, isolation équipotentielle du sol	X				X			
SPF	X ¹⁾	X	X ²⁾	X ²⁾	X ³⁾	X ³⁾		
Parafoudres coordonnés			X	X			X	X
Ecran spatial			X	X				
Réseaux externes écrantés					X	X	X	X
Réseaux internes écrantés			X	X				
Précautions de cheminement			X	X				
Réseau équipotentiel			X					
Précautions incendie		X				X		
Sensibilité au feu		X				X		
Danger particulier		X				X		
Tension de tenue aux chocs			X	X	X	X	X	X

¹⁾ Dans le cas de SPF naturel ou normalisé avec une distance entre conducteurs de descente inférieures à 10 m ou si une séparation physique n'est pas prévue, le risque lié à des blessures pour les êtres vivants dû à des tensions de contact et de pas est négligeable.

²⁾ Uniquement pour les SPF extérieurs en grille.

³⁾ En raison des équipotentialités.

Tableau 44 : Choix des protections foudre

Afin de réduire ces composantes sous la valeur tolérable, il faut mettre en place :

Un système de protection contre la foudre SPF de niveau III pour les effets directs de la foudre (protection externe sur la structure) et de niveau III pour les effets indirects de la foudre (protection interne sur les lignes de puissance).

8. SYNTHÈSE

Cette Analyse de Risque Foudre a permis d'évaluer les risques et de déterminer les niveaux de protection à mettre en œuvre.

- Le tableau suivant synthétise les mesures de protection à mettre en place :

Structure	Protection effets directs	Protection effets indirects
Nouvelle installation DIS	Protection de niveau II	Protection de niveau II
Nouveau Stockage CSR	Protection de niveau I	Protection de niveau I
Nouveau Four K6	Protection de niveau III	Protection de niveau III

Tableau 45: Synthèse des protections foudre

- Les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) suivantes sont à protéger :

Organes de sécurité
Surpresseurs RIA
Motopompes Sprinkler
Postes de contrôle
EIPS (liste non définie)

Tableau 46: Synthèse des MMR

- Des liaisons équipotentielles sont à prévoir pour les canalisations suivantes :

Zone	Nom
Nouvelle unité DIS	Canalisations Sprinkler poste Sprinkler
	Canalisations Sprinkler poste dépotage
	Canalisations Sprinkler cuvette
	Canalisations produits dangereux vers usine : Solvants, Air, Huiles
Nouveau Four K6	Canalisations fluides dangereux
	Canalisations produits dangereux depuis DIS
	Canalisation Sprinkler
	Canalisations Fuel
Fours 4-5	Canalisations Fuel
Cuve fuel 30000L	Canalisations vers fours
Nouvelle unité CSR	Canalisation Sprinkler

Tableau 47 : Synthèse des liaisons équipotentielles à prévoir

Prévention : Afin de maintenir la procédure de prévention actuellement présente sur la zone de dépotage du DIS, le détecteur d'orage présent sur le local technique DIS devra être conservé et réimplanté sur la nouvelle unité DIS en projet. En cas d'alerte foudre, le dépotage devra être interdit et une information devra être transmise au poste de contrôle centrale de l'usine.

L'Étude Technique, deuxième étape de la réglementation, permettra d'établir les préconisations spécifiques de protection contre les effets directs et indirects nécessaires. Elle apportera également des conseils vis-à-vis de la démarche de prévention.

NOTA :

« Une installation de protection contre la foudre, conçue et installée conformément aux présentes normes, ne peut assurer la protection absolue des structures, des personnes et des biens, et de l'Environnement. Néanmoins, l'application de celles-ci doit réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les équipements, structures et des hommes ».

ANNEXE 1

Analyse du Risque Foudre

NF EN 62305-2

**L'analyse de risque est effectuée à l'aide du logiciel JUPITER VERSION 2.0
conforme à la norme NF EN 62305-2**

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur

Nom : Martin GOIFFON
Adresse : 8 rue Jean Jaurès
Ville : Rennes
Code postal : 35000
Pays : FR
Raison sociale : RG CONSULTANT - Arc Atlantique
Numéro Qualifoudre : 071179534036

Client:

Client : AXE
Description de la structure : EQIOM – LUMBRES – Structure DIS

INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroiement.
 - 4.2 Données de la structure.
 - 4.3 Données des lignes électriques.
 - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
 - 6.1 Risque R_1 perte en vies humaines
 - 6.1.1 Calcul du risque R_1
 - 6.1.2 Evaluation des risques R_1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions. Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

Densité de foudroiement dans la ville de où se trouve la structure :

$$N_g = 0,6 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :
A (m): 55 B (m): 30,6 H (m): 14,1

Le type de structure usuel est : Industrielle
La structure pourrait être soumise à :
- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :
- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:
- Ligne de puissance: Alimentation BT

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre LEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: Structure

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice *Caractéristiques des zones*.

5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition A_m due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*.

Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: Structure
 RB: 8,27E-05
 RC: 0,00E+00
 RM: 0,00E+00
 RU(cfo): 2,70E-09
 RV(cfo): 5,40E-06
 RW(cfo): 0,00E+00
 RZ(cfo): 0,00E+00
 Total: 8,81E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 8,81E-05

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R_1 = 8,81E-05$ est plus grand que le risque tolérable $R_T = 1E-05$, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Structure
RD = 93,8654 %
RI = 6,1346 %
Total = 100 %
RS = 0,0031 %
RF = 99,9969 %
RO = 0 %
Total = 100 %

où:

- RD = RA + RB + RC
- RI = RM + RU + RV + RW + RZ
- RS = RA + RU
- RF = RB + RV
- RO = RM + RC + RW + RZ

et :

- RD est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure
- RI est le risque dû aux coups de foudre ayant une influence sur la structure bien que ne la frappant pas directement
- RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants
- RF est le risque dû aux dommages physiques
- RO est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

Les valeurs énumérées ci-dessus, montrent que le risque R1 de la structure est essentiellement présent dans les zones suivantes :

Z1 - Structure (100 %)

- essentiellement due à dommages physiques
- principalement en raison de coups de foudre frappant la structure
- la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant

les composantes du risque :

RB = 93,8654 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Afin de réduire le risque R1 au-dessous du risque tolérable $RT = 1E-05$, il est nécessaire d'agir sur les éléments de risque suivants:

- RB dans les zones:
Z1 - Structure

en utilisant au moins une des mesures de protection possibles suivantes:

- pour la composante du risque B:

- 1) Paratonnerre
- 2) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques

Afin de protéger la structure les mesures de protection suivantes sont sélectionnées:

- installer un Paratonnerre de niveau II ($P_b = 0,05$)
- Pour la ligne Ligne1 - Alimentation BT:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: II

Le risque R4 n'a pas été évalué parce que le client n'a pas demandé d'analyse économique.

Les mesures de protection sélectionnées modifient les paramètres et composantes du risque. Les valeurs des paramètres du risque liées à la structure protégée sont énumérés ci-dessous.

Zone Z1: Structure

$P_a = 1,00E+00$
 $P_b = 0,05$
 $P_c \text{ (cfo)} = 1,00E+00$
 $P_c = 1,00E+00$
 $P_m \text{ (cfo)} = 1,00E-04$
 $P_m = 1,00E-04$
 $P_u \text{ (cfo)} = 2,00E-02$
 $P_v \text{ (cfo)} = 2,00E-02$
 $P_w \text{ (cfo)} = 1,00E+00$
 $P_z \text{ (cfo)} = 2,00E-01$
 $r_a = 0,01$
 $r_p = 0,2$
 $r_f = 0,1$
 $h = 20$

Risque R1: pertes en vies humaines

Les valeurs des composantes de risque pour la structure protégées sont énumérées ci-dessous.

Z1: Structure
RB: 4,13E-06
RC: 0,00E+00
RM: 0,00E+00
RU(cfo): 5,40E-11
RV(cfo): 1,08E-07
RW(cfo): 0,00E+00
RZ(cfo): 0,00E+00
Total: 4,24E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 4,24E-06

8. CONCLUSIONS

Après la mise en place des mesures de protection (qui doivent être correctement conçus), l'évaluation du risque est :

Risque inférieur au risque tolérable: R1

SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA Foudre.

Date 06/07/2022

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 55 B (m): 30,6 H (m): 14,1

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($C_d = 0,5$)

Blindage de structure : Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 0,57$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) $L_c = 50$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 17 B (m): 5 H (m): 6

Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Entouré d'objets plus hauts

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: élevé ($r_f = 0,1$)

Danger particulier: Risques environnementaux ($h = 20$)

Protections contre le feu: actionnés automatiquement ($r_p = 0,2$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneco

Connecté à la ligne Alimentation BT

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)

Tension de tenue: 4,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,001

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05

Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la R1) = Lo0

Risque et composantes du risque pour la zone:Structure

Risque 1: Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =1,45E-02 km²

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,41E-01 km²

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =4,13E-03

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =1,33E-01

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (Al) et aux coups de foudre à proximité (Ai) des lignes:

Alimentation BT

Al = 0,000000 km²

Ai = 0,027951 km²

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (NI), et aux coups de foudre à proximité (Ni) des lignes:

Alimentation BT

NI = 0,000000

Ni = 0,007966

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (cfo) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (cfo) = 1,00E-04

Pm = 1,00E-04

Pu (cfo) = 1,00E+00

Pv (cfo) = 1,00E+00

Pw (cfo) = 1,00E+00

Pz (cfo) = 2,00E-01

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur

Nom : Martin GOIFFON
Adresse : 8 rue Jean Jaurès
Ville : Rennes
Code postal : 35000
Pays : FR
Raison sociale : RG CONSULTANT - Arc Atlantique
Numéro Qualifoudre : 071179534036

Client:

Client : AXE
Description de la structure : EQIOM – LUMBRES – Structure CSR

INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroiement.
 - 4.2 Données de la structure.
 - 4.3 Données des lignes électriques.
 - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
 - 6.1 Risque R_1 perte en vies humaines
 - 6.1.1 Calcul du risque R_1
 - 6.1.2 Evaluation des risques R_1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions. Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

Densité de foudroiement dans la ville de où se trouve la structure :

$$N_g = 0,6 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :
A (m): 85 B (m): 25 H (m): 25

Le type de structure usuel est : Industrielle
La structure pourrait être soumise à :
- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :
- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:
- Ligne de puissance: CFO2
- Ligne de puissance: CFO 1

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre LEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: Structure

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice *Caractéristiques des zones*.

5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition A_m due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*.

Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: Structure
 RB: 2,59E-05
 RC: 0,00E+00
 RM: 0,00E+00
 RU(CFO): 9,18E-08
 RV(CFO): 4,59E-04
 RW(CFO): 0,00E+00
 RZ(CFO): 0,00E+00
 RU(CFO): 2,95E-09
 RV(CFO): 1,47E-05
 RW(CFO): 0,00E+00
 RZ(CFO): 0,00E+00
 Total: 5,00E-04

Valeur du risque total R1 pour la structure : 5,00E-04

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 5,00E-04$ est plus grand que le risque tolérable $RT = 1E-05$, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Structure
 RD = 5,1783 %
 RI = 94,8217 %
 Total = 100 %
 RS = 0,019 %
 RF = 99,981 %
 RO = 0 %
 Total = 100 %

où:

- RD = RA + RB + RC
- RI = RM + RU + RV + RW + RZ
- RS = RA + RU
- RF = RB + RV
- RO = RM + RC + RW + RZ

et :

- RD est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure
- RI est le risque dû aux coups de foudre ayant une influence sur la structure bien que ne la frappant pas directement
- RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants
- RF est le risque dû aux dommages physiques
- RO est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

Les valeurs énumérées ci-dessus, montrent que le risque R1 de la structure est essentiellement présent dans les zones suivantes :

Z1 - Structure (100 %)

- essentiellement due à dommages physiques
- principalement en raison de coups de foudre influençant la structure, mais ne la frappant pas directement
- la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant

les composantes du risque :

RV (CFO) = 91,8522 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Afin de réduire le risque R1 au-dessous du risque tolérable RT = 1E-05, il est nécessaire d'agir sur les éléments de risque suivants:

- RB dans les zones:
Z1 - Structure
- RV dans les zones:
Z1 - Structure

en utilisant au moins une des mesures de protection possibles suivantes:

- pour la composante du risque B:
 - 1) Paratonnerre
 - 2) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
- pour la composante du risque V:
 - 1) Paratonnerre
 - 2) Parafoudre à l'entrée de la ligne
 - 3) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
 - 4) L'augmentation de la tension de tenue des équipements

Afin de protéger la structure les mesures de protection suivantes sont sélectionnées:

- installer un Paratonnerre de niveau I ($P_b = 0,02$)
- Pour la ligne Ligne1 - CFO 1:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: I
- Pour la ligne Ligne2 - CFO2:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: I

Le risque R4 n'a pas été évalué parce que le client n'a pas demandé d'analyse économique.

Les mesures de protection sélectionnées modifient les paramètres et composantes du risque. Les valeurs des paramètres du risque liées à la structure protégée sont énumérés ci-dessous.

Zone Z1: Structure

- $P_a = 1,00E+00$
- $P_b = 0,02$
- $P_c \text{ (CFO)} = 1,00E+00$
- $P_c \text{ (CFO)} = 1,00E-02$
- $P_c = 1,00E+00$
- $P_m \text{ (CFO)} = 1,00E-04$
- $P_m \text{ (CFO)} = 1,00E-04$
- $P_m = 2,00E-04$
- $P_u \text{ (CFO)} = 1,00E-02$
- $P_v \text{ (CFO)} = 1,00E-02$
- $P_w \text{ (CFO)} = 1,00E+00$
- $P_z \text{ (CFO)} = 2,00E-01$
- $P_u \text{ (CFO)} = 1,00E-02$
- $P_v \text{ (CFO)} = 1,00E-02$
- $P_w \text{ (CFO)} = 1,00E-02$
- $P_z \text{ (CFO)} = 1,00E-02$
- $r_a = 0,01$
- $r_p = 0,5$
- $r_f = 0,1$
- $h = 2$

Risque R1: pertes en vies humaines

Les valeurs des composantes de risque pour la structure protégées sont énumérées ci-dessous.

Z1: Structure
RB: 5,17E-07
RC: 0,00E+00
RM: 0,00E+00
RU(CFO): 9,18E-10
RV(CFO): 4,59E-06
RW(CFO): 0,00E+00
RZ(CFO): 0,00E+00
RU(CFO): 2,95E-11
RV(CFO): 1,47E-07
RW(CFO): 0,00E+00
RZ(CFO): 0,00E+00
Total: 5,26E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 5,26E-06

8. CONCLUSIONS

Après la mise en place des mesures de protection (qui doivent être correctement conçus), l'évaluation du risque est :

Risque inférieur au risque tolérable:R1

SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA FOUUDRE.

Date 15/07/2022

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 85 B (m): 25 H (m): 25

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts ($C_d = 0,25$)

Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 0,57$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: CFO 1

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) $L_c = 125$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 260 B (m): 22 H (m): 80

Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: CFO2

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: élevé ($r_f = 0,1$)

Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneCFO

Connecté à la ligne CFO 1

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_s3 = 0,02$)

Tension de tenue: 4,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneCFO

Connecté à la ligne CFO2

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)

Tension de tenue: 4,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: I (Pspd = 0,01)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05

Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la R1) = Lo0

Risque et composantes du risque pour la zone:Structure

Risque 1: Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =3,63E-02 km²

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,53E-01 km²

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =5,17E-03

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =1,39E-01

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (Al) et aux coups de foudre à proximité (Ai) des lignes:

CFO2

Al = 0,020684 km²

Ai = 0,559017 km²

CFO 1

Al = 0,000000 km²

Ai = 0,069877 km²

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (NI), et aux coups de foudre à proximité (Ni) des lignes:

CFO2

NI = 0,002947

Ni = 0,159320

CFO 1
NI = 0,000000
Ni = 0,019915

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (CFO) = 1,00E+00

Pc (CFO) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (CFO) = 1,00E-04

Pm (CFO) = 1,00E-04

Pm = 2,00E-04

Pu (CFO) = 1,00E+00

Pv (CFO) = 1,00E+00

Pw (CFO) = 1,00E+00

Pz (CFO) = 2,00E-01

Pu (CFO) = 1,00E+00

Pv (CFO) = 1,00E+00

Pw (CFO) = 1,00E+00

Pz (CFO) = 2,00E-01

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur

Nom : Martin GOIFFON
Adresse : 8 rue Jean Jaurès
Ville : Rennes
Code postal : 35000
Pays : FR
Raison sociale : RG CONSULTANT - Arc Atlantique
Numéro Qualifoudre : 071179534036

Client:

Client : AXE
Description de la structure : EQIOM – LUMBRES – Structure K6

INDEX

1. **CONTENU DU DOCUMENT**
2. **NORMES TECHNIQUES**
3. **STRUCTURE A PROTEGER**
4. **DONNEES D'ENTREES**
 - 4.1 Densité de foudroiement.
 - 4.2 Données de la structure.
 - 4.3 Données des lignes électriques.
 - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. **SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES**
6. **EVALUATION DES RISQUES**
 - 6.1 Risque R1 perte en vies humaines
 - 6.1.1 Calcul du risque R1
 - 6.1.2 Evaluation des risques R1
7. **SELECTION DES MESURES DE PROTECTION**
8. **CONCLUSIONS**
9. **APPENDICES**
10. **ANNEXES**

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions. Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

Densité de foudroiement dans la ville de où se trouve la structure :

$$N_g = 0,6 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :
A (m): 277 B (m): 98 H (m): 35 Hmax (m): 115

Le type de structure usuel est : Industrielle
La structure pourrait être soumise à :
- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :
- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:
- Ligne de puissance: HT1
- Ligne de puissance: HT2
- Ligne de puissance: HT3

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe Caractéristiques des lignes électriques.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre LEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: Structure

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice Caractéristiques des zones.

5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition A_m due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: Structure

RB: 5,33E-05

RC: 0,00E+00

RM: 0,00E+00

RU(HT): 5,70E-10

RV(HT): 2,85E-07

RW(HT): 0,00E+00

RZ(HT): 0,00E+00

RU(HT): 5,70E-10

RV(HT): 2,85E-07

RW(HT): 0,00E+00

RZ(HT): 0,00E+00

RU(HT): 5,70E-10

RV(HT): 2,85E-07

RW(HT): 0,00E+00

RZ(HT): 0,00E+00

Total: 5,42E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 5,42E-05

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 5,42E-05$ est plus grand que le risque tolérable $RT = 1E-05$, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. Composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Structure

RD = 98,4169 %

RI = 1,5831 %

Total = 100 %

RS = 0,0032 %

RF = 99,9968 %

RO = 0 %

Total = 100 %

où:

- RD = RA + RB + RC
- RI = RM + RU + RV + RW + RZ
- RS = RA + RU
- RF = RB + RV
- RO = RM + RC + RW + RZ

et :

- RD est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure
- RI est le risque dû aux coups de foudre ayant une influence sur la structure bien que ne la frappant pas directement
- RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants
- RF est le risque dû aux dommages physiques
- RO est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

Les valeurs énumérées ci-dessus, montrent que le risque R1 de la structure est essentiellement présent dans les zones suivantes :

Z1 - Structure (100 %)

- essentiellement due à dommages physiques
- principalement en raison de coups de foudre frappant la structure
- la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée

suivant

les composantes du risque :

RB = 98,4169 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Afin de réduire le risque R1 au-dessous du risque tolérable $RT = 1E-05$, il est nécessaire d'agir sur les éléments de risque suivants:

- RB dans les zones:
Z1 - Structure

en utilisant au moins une des mesures de protection possibles suivantes:

- pour la composante du risque B:
 - 1) Paratonnerre
 - 2) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques

Afin de protéger la structure les mesures de protection suivantes sont sélectionnées:

- installer un Paratonnerre de niveau III ($P_b = 0,1$)
- Pour la ligne Ligne1 - HT1:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: III
- Pour la ligne Ligne2 - HT2:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: III
- Pour la ligne Ligne3 - HT3:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: III

Le risque R4 n'a pas été évalué parce que le client n'a pas demandé d'analyse économique.

Les mesures de protection sélectionnées modifient les paramètres et composantes du risque. Les valeurs des paramètres du risque liées à la structure protégée sont énumérés ci-dessous.

Zone Z1: Structure

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 0,1$

P_c (HT) = $1,00E+00$

P_c (HT) = $1,00E+00$

P_c (HT) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (HT) = $1,00E-04$

P_m (HT) = $1,00E-04$

P_m (HT) = $1,00E-04$

$P_m = 3,00E-04$

P_u (HT) = $3,00E-02$

P_v (HT) = $3,00E-02$

P_w (HT) = $1,00E+00$

P_z (HT) = $1,00E-01$

P_u (HT) = $3,00E-02$

P_v (HT) = $3,00E-02$

P_w (HT) = $1,00E+00$

Pz (HT) = 1,00E-01
Pu (HT) = 3,00E-02
Pv (HT) = 3,00E-02
Pw (HT) = 1,00E+00
Pz (HT) = 1,00E-01
ra = 0,01
rp = 0,5
rf = 0,01
h = 2

Risque R1: pertes en vies humaines

Les valeurs des composantes de risque pour la structure protégées sont énumérées ci-dessous.

Z1: Structure
RB: 5,33E-06
RC: 0,00E+00
RM: 0,00E+00
RU(HT): 1,71E-11
RV(HT): 8,56E-09
RW(HT): 0,00E+00
RZ(HT): 0,00E+00
RU(HT): 1,71E-11
RV(HT): 8,56E-09
RW(HT): 0,00E+00
RZ(HT): 0,00E+00
RU(HT): 1,71E-11
RV(HT): 8,56E-09
RW(HT): 0,00E+00
RZ(HT): 0,00E+00
Total: 5,36E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 5,36E-06

8. CONCLUSIONS

Après la mise en place des mesures de protection (qui doivent être correctement conçus), l'évaluation du risque est :

Risque inférieur au risque tolérable:R1

SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA Foudre.

Date 15/07/2022

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 277 B (m): 98 H (m): 35 Hmax (m): 115

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($C_d = 0,5$)

Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 0,57$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: HT1

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $r = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)

Caractéristiques des lignes: HT2

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $r = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)

Caractéristiques des lignes: HT3

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $r = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: ordinaire ($r_f = 0,01$)

Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneHT

Connecté à la ligne HT1

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($Ks3 = 0,02$)

Tension de tenue: 6,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($Pspd = 1$)

Réseaux interneHT

Connecté à la ligne HT2

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($Ks3 = 0,02$)

Tension de tenue: 6,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($Pspd = 1$)

Réseaux interneHT

Connecté à la ligne HT3

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($Ks3 = 0,02$)

Tension de tenue: 6,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($Pspd = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) $Lt = 0,0001$

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) $Lf = 0,05$

Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la R1) = $Lo0$

Risque et composantes du risque pour la zone:Structure

Risque 1: $Rb \quad Rc \quad Rm \quad Ru \quad Rv \quad Rw \quad Rz$

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $Ad = 3,74E-01 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $Am = 4,11E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $Nd = 1,07E-01$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $Nm = 1,28E-01$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (Ai) et aux coups de foudre à proximité (Ai) des lignes:

HT1

AI = 0,020013 km²

Ai = 0,559017 km²

HT2

AI = 0,020013 km²

Ai = 0,559017 km²

HT3

AI = 0,020013 km²

Ai = 0,559017 km²

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (NI), et aux coups de foudre à proximité (Ni) des lignes:

HT1

NI = 0,000570

Ni = 0,031864

HT2

NI = 0,000570

Ni = 0,031864

HT3

NI = 0,000570

Ni = 0,031864

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (HT) = 1,00E+00

Pc (HT) = 1,00E+00

Pc (HT) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (HT) = 1,00E-04

Pm (HT) = 1,00E-04

Pm (HT) = 1,00E-04

Pm = 3,00E-04

Pu (HT) = 1,00E+00

Pv (HT) = 1,00E+00

Pw (HT) = 1,00E+00

Pz (HT) = 1,00E-01

Pu (HT) = 1,00E+00

Pv (HT) = 1,00E+00

Pw (HT) = 1,00E+00
Pz (HT) = 1,00E-01
Pu (HT) = 1,00E+00
Pv (HT) = 1,00E+00
Pw (HT) = 1,00E+00
Pz (HT) = 1,00E-01

ANNEXE 2

Lexique

Armatures d'acier interconnectées	Armatures d'acier à l'intérieur d'une structure, considérées comme assurant une continuité électrique.
Barre d'équipotentialité	Barre permettant de relier à l'installation de protection contre la foudre les équipements métalliques, les masses, les lignes électriques et de télécommunications et d'autres câbles.
Borne ou barrette de coupure	Dispositif conçu et placé de manière à faciliter les essais et mesures électriques des éléments de l'installation de protection contre la foudre.
Conducteur (masse) de référence	Système de conducteurs servant de référence de potentiel à d'autres conducteurs. On parle souvent du "zéro volt".
Conducteur d'équipotentialité	Conducteur permettant d'assurer l'équipotentialité.
Conducteur de descente	Conducteur chargé d'écouler à la terre le courant d'un coup de foudre direct. Il relie le dispositif de capture au réseau de terre.
Conducteur de protection (PE)	Conducteur destiné à relier les masses pour garantir la sécurité des personnes contre les chocs électriques.
Coup de foudre	Impact simple ou multiple de la foudre au sol.
Coup de foudre direct	Impact qui frappe directement la structure ou son installation de protection contre la foudre.
Coup de foudre indirect	Impact qui frappe à proximité de la structure et entraînant des effets conduits et induits dans et vers la structure.
Couplage	Mode de transmission d'une perturbation électromagnétique de la source à un circuit victime.
Dispositif de capture	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à capter les coups de foudre directs.
Distance de séparation	Distance minimale entre deux éléments conducteurs à l'intérieur de l'espace à protéger, telle qu'aucune étincelle dangereuse ne puisse se produire entre eux.
Effet de couronne ou Corona	Ensemble des phénomènes d'ionisation liés au champ électrique au voisinage d'un conducteur ou d'une pointe.

Effet réducteur

Réduction des perturbations HF par la proximité du conducteur victime avec la masse. L'effet réducteur est le rapport de l'amplitude de la perturbation collectée par un câble non blindé ou loin des masses à celle collectée par le même câble blindé ou installé contre un conducteur de masse.

Electrode de terre

Élément ou ensemble d'éléments de la prise de terre assurant un contact électrique direct avec la terre et dissipant le courant de décharge atmosphérique dans cette dernière.

Equipements métalliques

Éléments métalliques répartis dans l'espace à protéger, pouvant écouler une partie du courant de décharge atmosphérique tels que canalisations, escaliers, guides d'ascenseur, conduits de ventilation, de chauffage et d'air conditionné, armatures d'acier interconnectées.

Etincelle dangereuse (étincelage)

Décharge électrique inadmissible, provoquée par le courant de décharge atmosphérique à l'intérieur du volume à protéger.

Foudre

Décharge électrique aérienne, accompagnée d'une vive lumière (éclair) et d'une violente détonation (tonnerre).

Installation de Protection contre la Foudre (I.P.F.)

Installation complète, permettant de protéger une structure contre les effets de la foudre. Elle comprend à la fois une installation extérieure (I.E.P.F.) et une installation intérieure de protection contre la foudre (I.I.P.F.)

Liaison équipotentielle

Éléments d'une installation réduisant les différences de potentiels entre masse et élément conducteur.

Mode commun (MC)

Un courant de mode commun circule dans le même sens sur tous les conducteurs d'un câble. La différence de potentiels (d.d.p.) de MC d'un câble est celle entre le potentiel moyen de ses conducteurs et la masse. Le mode commun est aussi appelé mode longitudinal parallèle ou asymétrique.

Mode différentiel (MD)

Un courant de mode différentiel circule en opposition de phase sur les deux fils d'une liaison filaire, il ne se referme donc pas dans les masse. Une différence de potentiels (d.d.p.) de MD se mesure entre le conducteur signal et son retour. Le mode différentiel est aussi appelé mode normal, symétrique ou série.

Niveau de protection	Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.
Parafoudre ou parasurtenseur	Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à dériver les ondes de courant entre deux éléments à l'intérieur de l'espace à protéger, tels que les éclateurs ou les dispositifs semi-conducteurs.
Paratonnerre	Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.
P.D.A	Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.
Point d'impact	Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.
Prise de terre	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.
Régime de neutre	<p>Il caractérise le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur source et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation. Il est défini par deux lettres:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La première indique la position du neutre par rapport à la terre: I: neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance T: neutre directement à la terre • La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre: T: masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre) N: masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (N-S), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (N-C).
Réseau de masse	Ensemble des conducteurs d'un site reliés entre eux. Il se compose habituellement des conducteurs de protection, des bâtis, des chemins de câbles, des canalisations et des structures métalliques.
Réseau de terre	Ensemble des conducteurs enterrés servant à écouler dans la terre les courants externes en mode commun. Un réseau de terre doit être unique, équipotentiel et maillé.
Résistance de terre	Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms (Ω),

	Réf. document RGC 27 378	Révision B	Annexe 2
<p>Surface équivalente</p> <p>Surtension</p> <p>Tension de mode commun</p> <p>Tension différentielle</p> <p>Tension résiduelle d'un parafoudre</p> <p>TGBT</p> <p>Traceur</p>	<p>elle n'a pas, contrairement au maillage des masses, d'influence sur l'équipotentialité du site.</p> <p>Surface de sol plat qui recevrait le même nombre d'impacts que la structure ou le bâtiment en question. Cette surface est toujours plus grande que la seule emprise au sol de l'ensemble à protéger. On la détermine en pratique en entourant fictivement le périmètre de cet ensemble par une bande horizontale, dont la largeur est égale à trois fois sa hauteur. Elle peut ensuite être corrigée en tenant compte des objets environnants : arbres, autres structures, susceptibles de dévier un coup de foudre vers eux.</p> <p>Variation importante de faible durée de la tension.</p> <p>Tension mesurée entre deux fils interconnectés et un potentiel de référence (voir mode commun).</p> <p>Tension mesurée entre deux fils actifs (voir mode différentiel).</p> <p>Tension qui apparaît sur une sortie d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge.</p> <p>Tableau Général Basse Tension</p>		



ÉTUDE TECHNIQUE Foudre

EQIOM

**EXTENSION DE LA CIMENTERIE DE LUMBRES
(62)**



EQIOM

EXTENSION DE LA CIMENTERIE DE LUMBRES
(62)

Référence document
RGC 27 379



RESUME :

Ce document représente l'Etude Technique Foudre menée sur les nouvelles installations en projet de la cimenterie exploitée par la société **EQIOM** sur la commune de **LUMBRES** dans le département du Pas-de-Calais (62).

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par la société **AXE** dans le cadre de la prévention et de la protection contre le risque foudre.

L'objectif est de rendre les installations ICPE en conformité vis-à-vis de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

Il comprend : l'Etude Technique des spécifications de la protection contre les effets directs et indirects de la foudre, les mesures de prévention, ainsi qu'un tableau de synthèse des actions à entreprendre, qu'elles soient obligatoires ou optionnelles.

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : Martin GOIFFON Date : 30/08/2022 Visa 	Nom : Loïc JACQUEMOT Date : 30/08/2022 Visa 	B

DIFFUSION :

AXE - PÔLE D'EXPERTISE RÉGLEMENTAIRE SOCOTEC ENVIRONNEMENT & SECURITE Campus de Ker Lann 1 rue Siméon Poisson 35170 BRUZ	RG CONSULTANT Arc Atlantique 8 rue Jean Jaurès 35000 Rennes Tél. : +334 37 41 16 10 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com
---	---

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 27 379	23/03/2022	Étude Technique
B	RGC 27 379	30/08/2022	Complément documentaire

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR LA SOCIETE AXE

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Oui	220613_DM_Lumbres_Cuves DDAE_ Version n °1 - Août 2022_SOCOTEC
Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant)	Non	
P.O.I (Plan d'Opération Interne)	Non	
Liste et implantation des EIPS ou MMR	Non	
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	Non	
Synoptique Courant fort	Oui	0244-plan general HT 20190607
Synoptique Courant faible	Non	
Plan de masse	Oui	2022-06-003_Ind01 Permis de construire Plan de masse - Bâtiments + Gaz
Plan de coupe	Non	
Plan des façades	Oui	2022-06-008_Ind00 Permis de construire
Plan de zonage ATEX	Non	
Analyse de Risque Foudre	Oui	RGC 27378

Tableau 1 : Liste des documents

L'Etude Technique ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par la société **AXE**, commanditaire de cette étude. En conséquence, la responsabilité de RG Consultant ne pourrait être remise en cause si :

- Les informations fournies se révèlent incomplètes ou inexactes,
- La non-présentation de certaines installations ou process,
- La présentation de l'entreprise est effectuée dans des conditions différentes des conditions réelles de fonctionnement,
- Des changements majeurs sont effectués postérieurement à la rédaction de ce document.

Enfin, il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 5

1.1 OBJET 5

1.2 P

6.	TRAVAUX A REALISER – EFFETS INDIRECTS DE LA Foudre	44
6.1	PROTECTION DES COURANTS FORTS.....	46
6.1.1	<i>Détermination des caractéristiques des parafoudres type I et I + II.....</i>	46
6.1.2	<i>Détermination des caractéristiques des parafoudres type II</i>	48
6.1.3	<i>Raccordement</i>	50
6.1.4	<i>Dispositif de deconnexion</i>	50
6.2	PROTECTION DES LIGNES DE TELECOMMUNICATION	52
6.2.1	<i>Protection par parafoudre</i>	52
6.2.2	<i>Protection par écrantage de ligne.....</i>	53
7.	PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX	54
8.	REALISATION DES TRAVAUX	55
9.	VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS.....	55
9.1	VERIFICATION INITIALE.....	55
9.2	VERIFICATIONS PERIODIQUES	56
9.3	VERIFICATIONS SUPPLEMENTAIRES	56
10.	TABEAU DE SYNTHESE	57

ANNEXES

Annexe 1 : Note de calcul de la distance de séparation

Annexe 2 : Notice de Vérification et de Maintenance

Annexe 3 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

Le site **EQIOM** de Lumbres est spécialisé dans la production de ciment. Sa particularité réside dans la co-incinération de combustibles alternatifs, correspondant principalement à des déchets industriels dangereux et non dangereux, pour l'alimentation de ses deux fours rotatifs.

La matière première (mélange de calcaire et d'argile) provient de la carrière de Lumbres, située à proximité immédiate de la cimenterie et exploitée également par **EQIOM**.

La capacité de production annuelle du site est d'environ 600 000 tonnes de clinker et 800 000 tonnes de ciment.

Dans le cadre de son développement, la société **EQIOM** prévoit l'aménagement et la mise en exploitation d'un nouveau four voie sèche (K6), dédié à la production de clinker, qui viendra à terme remplacer les deux fours actuellement exploités sur le site de Lumbres.

Le site est soumis à la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, et est donc concerné par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application.

L'Etude Technique, objet de ce document, est menée sur la base des résultats de l'Analyse du Risque Foudre réalisée par **RG CONSULTANT**, détaillés dans le rapport **RGC 27 378**.

L'objectif de l'Etude Technique est de détailler les mesures de protection à mettre en œuvre qu'elles soient contre les effets directs (IEPF) ou indirects (IIPF) à savoir :

- Description des méthodes de conception utilisées pour les IEPF ;
- Préconisation des mesures de protection à mettre en œuvre en proposant les solutions les mieux adaptées et les plus rationnelles ;
- Description des protections internes (liaisons équipotentielles, parafoudres) ;
- Description des mesures de prévention à mettre en place en cas d'orage.

1.2 Présentation générale du site

La société **EQIOM** exploite une unité de fabrication, de conditionnement et d'expédition de ciment, en lien avec les activités d'extraction de calcaire et d'argile réalisées au sein de la carrière exploitée à proximité immédiate.

La cimenterie comporte pour cela les principales installations suivantes :

- un bâtiment broyage et préparation matière première issue de la carrière (trommel),
- un bâtiment regroupant les ateliers mécaniques et électriques,
- des installations de préparation du cru (bassins),
- un hall dédié au stockage de charbon associé à un bâtiment abritant des installations de broyage pour la préparation du combustible,
- un bâtiment de stockage de sciures imprégnées (déchets combustibles),
- des silos dédiés au stockage de déchets solides (Fluff, textile, etc.)
- un parc de cuves de stockage de DID (Déchets Industriels Dangereux), constitué d'une aire de dépotage et de 6 cuves aériennes de 250 m³, réparties au sein de 3 cuvettes de rétention, un hall de stockage DIND broyés (Déchets Industriels Non Dangereux), (cette installation sera déplacée dans le cadre du présent projet)
- deux fours rotatifs (four n°4 et four n°5),
- trois halls dédiés au stockage de clinker,
- des installations de broyage des ciments,
- des silos de stockage de produits finis,
- un hall de palettisation et ensachage,
- un bâtiment administratif et un laboratoire,
- des ouvrages de gestion des eaux,
- des voiries et parkings dédiés aux véhicules légers et aux poids lourds.

La vue aérienne annotée, permettant de localiser les principales installations de la cimenterie **EQIOM** de Lumbres, est présentée ci-dessous :

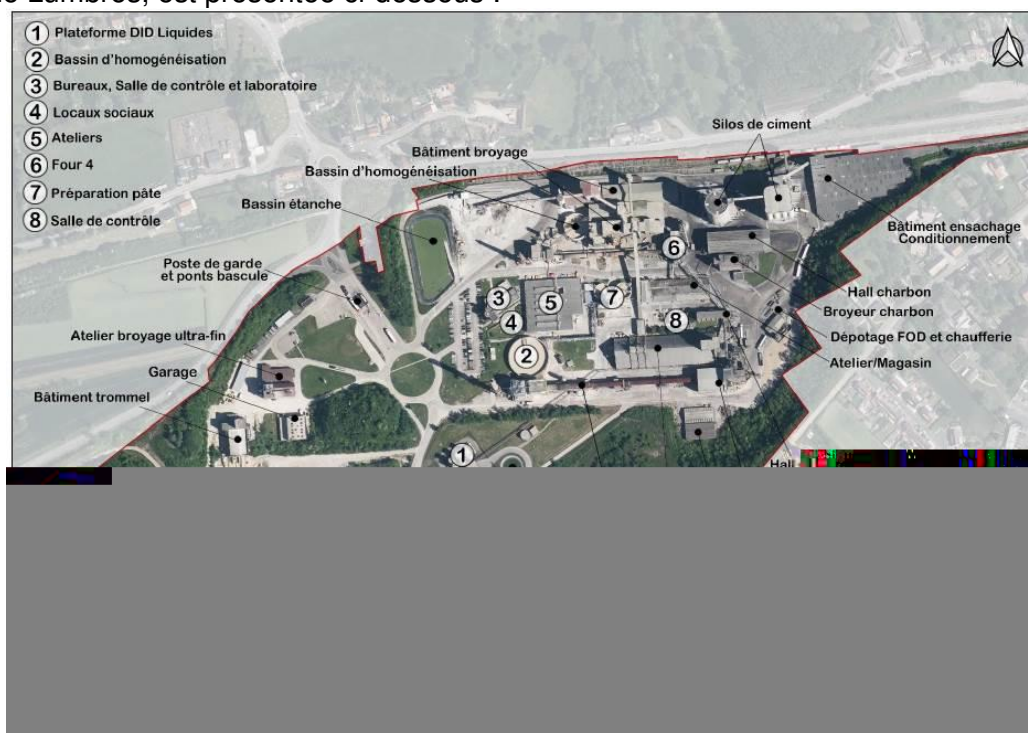


Figure 1: Plan de masse du site actuel

1.3 Situation projetée

Dans le cadre de son développement, la société **EQIOM** prévoit l'aménagement et la mise en exploitation d'un nouveau four voie sèche (K6), dédié à la production de clinker, qui viendra à terme, remplacer les deux fours actuellement exploités sur le site de Lumbres (four n°4 et four n°5).

Le futur four, tout comme les fours existants, sera en partie alimenté pour la combustion par des déchets liquides dangereux qui sont stockés au niveau d'une plateforme dédiée.

Il est ainsi prévu la création ou la modification installations suivantes :

- Le déplacement de la plateforme DIS afin de permettre d'accueillir le nouveau four K6,
- Le changement de destination du hall Clinker en stockage de CSR,
- L'implantation du nouveau Four K6 et de ses installations annexes,
- Le déplacement de la ligne aérienne 20kV,

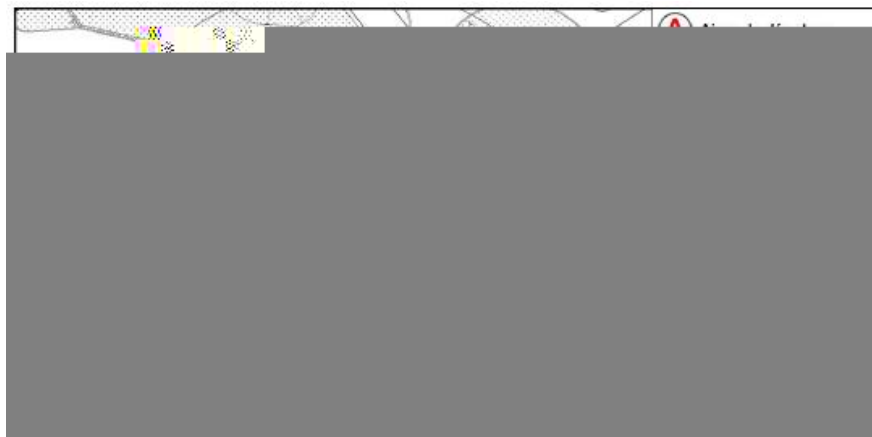


Figure 2: Plan de masse de la future plateforme DIS

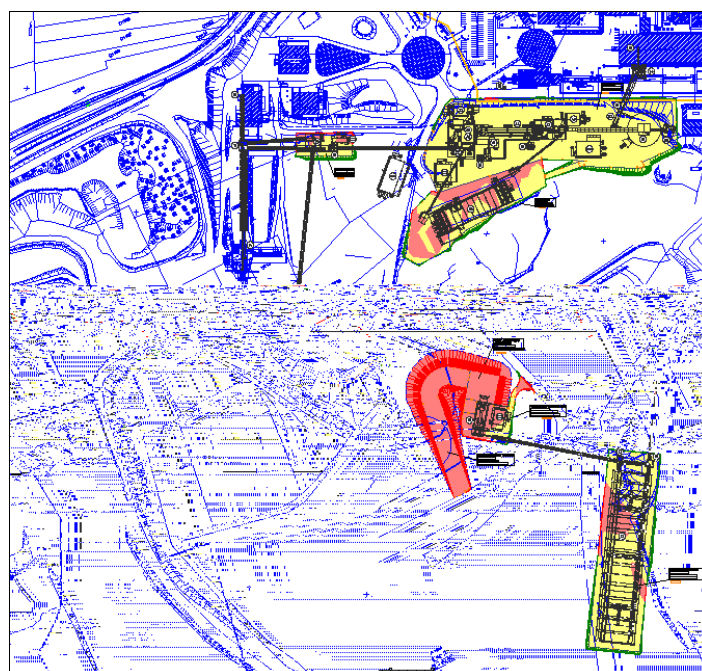


Figure 3: Plan de masse du futur four k6

2. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES

2.1 Textes réglementaires

Arrêté du 4 octobre 2010 modifié relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.

Circulaire du 24 avril 2008 relative à l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

2.2 Normes de références

NF EN 62 305-1 (C 17-100-1) – juin 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux].

NF EN 62 305-2 (C 17-100-2) – novembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Évaluation du risque].

NF EN 62 305-3 (C 17-100-3) – décembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains].

NF EN 62 305-4 (C 17-100-4) – décembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures].

NF C 17-102 – septembre 2011 [Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage].

NF C 15-100 – octobre 2010 [Installations électriques basse tension].

Guide UTE C 15-443 – août 2004 [Protection des installations électriques à basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres].

NF EN 61 643-11 – mai 2014 [Parafoudres pour installation basse tension].

NF EN 61 643-12 – Parafoudres BT

NF EN 61 643-21 – novembre 2001 [Parafoudres BT]

NF EN 61 643-21_A1 – juin 2009 [Parafoudres BT]

NF EN 61 643-21_A2 – juillet 2013 [Parafoudres BT]

CEI 61 643-22 – novembre 2004 [Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications – Principes de choix et d'application].

NF EN 62561-1/2/3/4/5/6/7 – Composants de système de protection contre la foudre (CSPF)

Guide UTE C 15-712 - Juillet 2010 [Installations photovoltaïques]

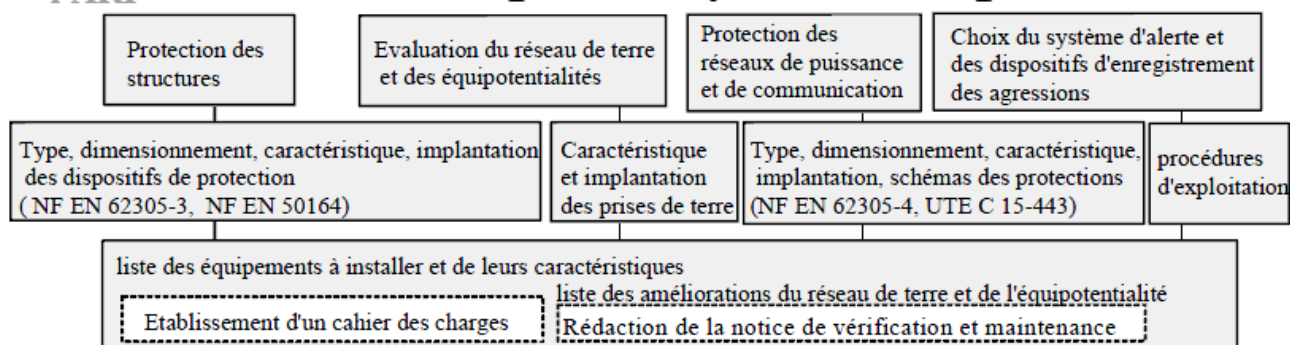
NF EN 61 643-32 – mai 2017 [Parafoudres pour installation photovoltaïque].

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Présentation générale

Le déroulement de l'Étude Technique doit être conforme à la méthodologie développée dans l'Arrêté Ministériel du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application.

Selon l'ARF **Etude technique du système de protection**



3.2 Limite de l'Étude Technique

L'Étude Technique réglementaire, traitée dans le présent document, ne concerne que le risque de type R1 (perte de vie humaine).

Elle ne concerne pas :

- **les risques de dommages aux matériels électriques et électroniques** qui ne mettent pas en danger la vie humaine,
- **les risques de pertes de valeurs économiques (risque R4),**
- **les risques d'impact** relatifs à un dommage physique (incendie/explosion).

Pour ces derniers risques, l'exploitant peut décider de façon purement volontaire d'aller au-delà des exigences réglementaires et mener des analyses de risque foudre complémentaires, voire de protéger une installation de façon déterministe.

4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

4.1 Système de protection contre la foudre (SPF)

- Le tableau suivant synthétise les mesures de protection à mettre en place :

Structure	Protection effets directs	Protection effets indirects
Nouvelle installation DIS	Protection de niveau II	Protection de niveau II
Nouveau Stockage CSR	Protection de niveau I	Protection de niveau I
Nouveau Four K6	Protection de niveau III	Protection de niveau III

Tableau 2: Synthèse des protections foudre

- Les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) suivantes sont à protéger :

Organes de sécurité
Surpresseurs RIA
Motopompes Sprinkler
Postes de contrôle
EIPS (liste non définie)

Tableau 3: Synthèse des MMR

- Des liaisons équipotentielles sont à prévoir pour les canalisations suivantes :

Zone	Nom
Nouvelle unité DIS	Canalisations Sprinkler poste Sprinkler
	Canalisations Sprinkler poste dépotage
	Canalisations Sprinkler cuvette
	Canalisations produits dangereux vers usine : - Solvants, - Air, - Huiles
Nouveau Four K6	Canalisations fluides dangereux
	Canalisations produits dangereux depuis DIS
	Canalisation Sprinkler
	Canalisations Fuel
Fours 4-5	Canalisations Fuel
Cuve fuel 30000L	Canalisations vers fours
Nouvelle unité CSR	Canalisation Sprinkler

Tableau 4 : Synthèse des liaisons équipotentielles à prévoir

4.2 Mesures de prévention en cas d'orage

Prévention : Afin de maintenir la procédure de prévention actuellement présente sur la zone de dépotage du DIS, le détecteur d'orage présent sur le local technique DIS devra être conservé et réimplanté sur la nouvelle unité DIS en projet. En cas d'alerte foudre, le dépotage devra être interdit et une information devra être transmise au poste de contrôle centrale de l'usine.

5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS

5.1 Caractéristiques des courants forts

5.1.1 Réseau Normal

L'ensemble de l'établissement est alimenté depuis un poste électrique raccordé au réseau de distribution via une boucle 20kV et localisé à proximité de l'entrée de la cimenterie.

De ce poste est alimenté en étoile 15kV l'ensembles des postes électriques du site :

Structure	Dénomination du poste	Transformateur
Poste Broyeur 4	Poste Broyeur 4	3600 kVA 15kV/5,5kV
	Poste Broyeur 4	1000 kVA 15kV/410V
	Moteur ventilateur SEPAX	800 kVA 15kV/690V
	Poste Presse/SEPAX B4	2500 kVA 15kV/5,5kV
	Poste Presse/SEPAX B4	1250 kVA 15kV/410V
Poste Manutention B3/B4 et broyeur 3	Poste Manutention B3/B4 et broyeur 3	2000 kVA 15kV/5,5kV
	Poste Manutention B3/B4 et broyeur 3	1250 kVA 15kV/410V
	Poste Manutention B3/B4 et broyeur 3	630 kVA 15kV/410V
Poste Massif Four 4	Chauffe four 4	630 kVA 15kV/410V
	Four 4	425 kVA 15kV/690V
	Four 4	825 kVA 15kV/690V
Poste Pate et Fumées Four 5	Moteur tirage 5	1600 kVA 15kV/690V
	Pate et Fumées Four 5	1250 kVA 15kV/410V
	Pate et Fumées Four 5	500 kVA 15kV/410V
	Pate et Fumées Four 5	1250 KVA 15Kv/410V
Poste Moteur four 5	Moteur four 5	1000 KVA 15KV/398V
	Moteur four 5	1000KVA 15Kv/402V
Poste Chauffe / manut four 5	Chauffe / manut four 5	1250 kVA 15kV/410V
	Chauffe / manut four 5	1250 KVA 15Kv/410V
Poste Broyage charbon	Broyage charbon	1250 kVA 15kV/5,5kV
	Broyage charbon	950 kVA 15kV/400V
Poste ensachage et vrac exp	Silo t15000	1600 kVA 15kV/410V
	Expédition	1250 KVA 15Kv/410V
Poste atelier bureaux	Atelier	630 KVA 15Kv/410V
Poste Pate	Pate	2000 KVA 15Kv/410V
Poste Broyage ultra fin	Moteur	1250 kVA 15kV/5,5kV
	Broyage	630 kVA 15kV/410V
Poste délayage trommel	Moteur	1600 kVA 15kV/5,5kV
	Délayage	1000 kVA 15kV/410V
Poste dosage trommel	Extraction	500 kVA 15kV/410V

Tableau 5 : Distribution HT/BT

Le régime de neutre 400 V est IT pour l'ensemble du site.

Néanmoins, certaines installations sont dotées de transformateurs permettant d'alimenter des équipements sous un régime TN (Bâtiment Administratif, climatiseurs, services mécaniques...)

Dans le cadre du projet de modification du site et en l'absence d'information ce stade de l'étude, nous considérons les nouveaux postes de transformation suivants raccordés au réseau 15kV :

Structure	Dénomination du poste	Transformateur
Postes K6	Postes K6 (quantitatif à définir)	15kV/5,5kV
	Postes K6 (quantitatif à définir)	15KV/690V
	Postes K6 (quantitatif à définir)	15KV/410V
Poste Nouveau DIS	Poste DIS	15KV/410V
Crush and Storage elec room	A définir	A définir
Feed Bins elec room	A définir	A définir
Hammer mill elec room	A définir	A définir
Main sub-station and kiln line elec room	A définir	A définir
Cooler/clinker handling and afr elec room	A définir	A définir

Tableau 6 : Distribution HT/BT

Le régime de neutre 400 V sera IT pour l'ensemble du projet. (à confirmer)

5.1.2 Réseau Secouru

Le site est doté de groupes électrogènes en secours électrique :

RECENSEMENT GE		
Localisation	Références Distribution	

Réf. document

RGC 27 379

5.3 Protection incendie

Les mesures de prévention et d'extinction sont les suivantes :

Structure	Moyens protection			
	Dispositif	Report d'information	Relié à	Type de communication
Salle de contrôle	Poste de contrôle centralisant les différents reports d'alarme du site	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrales détection gaz galerie technique	Oui	Automate	Routeur FO
Local incendie Central	Extinction Sprinkler par motopompes sur : - Pont Sciures, - Boyogage charbon, - Dépotage DIB Four 4	Oui	Centrale Sprinkler	Boucle 24V
	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale détection gaz	Oui	Automate	Routeur FO
	Détecteur gaz déporté sur dépotage DIB Four 4	Oui	Centrale gaz	Boucle 24V
	Centrale Sprinkler	Oui	Automate	Routeur FO
Installations DIS	Extincteur, RIA, poteaux incendie,	Non	/	/
	Extinction Sprinkler par motopompes	Oui	Centrale Sprinkler	Boucle 24V
	Centrale Sprinkler	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale gaz	Oui	Automate	Routeur FO
Poste 20/15KV	Détecteur gaz déporté sur dépotage	Oui	Centrale gaz	Boucle 24V
Poste Extraction carrière	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste P10 étage four 5	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale détection gaz	Oui	Automate	Routeur FO
Poste P12 four 5	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale détection gaz ob 6	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Ensachage Palettiseur	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Atelier	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale gaz chaufferie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste extraction sous silo	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Charbon p16	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale détection gaz	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Spinor	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Amont four 4	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale détection gaz ob 6	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale détection gaz	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Aval four 4	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Silo 15kT	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Poste Broyeur 1 ^{er} étage	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Four 4	Centrale UVIR	Oui	Automate	Routeur FO
Four 5	Centrale UVIR	Oui	Automate	Routeur FO
Sciures	Centrale UVIR	Oui	Automate	Routeur FO

Tableau 9 : Moyens de protection incendie

En complément de la protection actuelle, une protection contre l'incendie par inertage gaz de toutes les armoires sensibles est en cours de déploiement sur site.

A défaut d'information sur les futurs équipements de défense incendie, nous considérons les installations suivantes basées sur le même modèle de protection que pour le site actuel.

Structure	Moyens protection			
	Dispositif	Report d'information	Relié à	Type de communication
Installations DIS	Extincteur, RIA, poteaux incendie,	Non	/	/
	Extinction Sprinkler par motopompes	Oui	Centrale Sprinkler	Boucle 24V
	Centrale Sprinkler	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale gaz	Oui	Automate	Routeur FO
	Détecteur gaz déporté sur dépotage	Oui	Centrale gaz	Boucle 24V
Bâtiment CSR	Centrale UVIR+ vélocimétriques	Oui	Automate	Routeur FO
	Extinction canons à mousse par motopompes Sprinkler DIS	Oui	Centrale Extinction	Boucle 24V
	Centrale Extinction automatique	Oui	Automate	Routeur FO
Sales électriques four K6	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Four K6	Centrale détection gaz	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale UVIR	Oui	Automate	Routeur FO
	Extinction automatique par motopompes Sprinkler DIS sur ligne de cuisson en combustibles	Oui	Centrale Extinction	Boucle 24V
	Centrale Extinction automatique	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrale incendie (câbles multipoints, détecteurs fumées, détecteurs de niveau au niveau des rétentions des portiques, ampoules fusibles, détecteurs toluène...)	Oui	Automate	Routeur FO
Crush and Storage elec room	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Feed Bins elec room	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Hammer mill elec room	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Main sub-station and kiln line elec room	Centrale incendie	Oui	Automate	Routeur FO
Nouvelle Salle de contrôle	Poste de contrôle centralisant les différents reports d'alarme du site	Oui	Automate	Routeur FO
	Centrales détection gaz galerie technique	Oui	Automate	Routeur FO

Tableau 10 : Moyens de protection incendie

5.4 Mise à la terre des installations

Aucune information n'a pu nous être transmise à ce stade de l'étude.

Nous avons pu constater la présence d'un réseau de terre à fond de fouille en cuivre nu de section 25mm² avec des remontées sur certaines structures de rack IPN.

5.5 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom	Nature	Mise à la terre
Nouvelle unité DIS	Canalisations Sprinkler poste Sprinkler	Acier	A réaliser
	Canalisations Sprinkler poste dépotage	Acier	A réaliser
	Canalisations Sprinkler cuvette	Acier	A réaliser
	Canalisations produits dangereux vers usine : - Solvants, - Air, - Huiles	Acier	A réaliser
Nouveau Four K6	Canalisations fluides dangereux	A définir	A réaliser si acier
	Canalisations sprinkler depuis DIS	Acier	A réaliser
	Canalisations produits dangereux depuis DIS	Acier	A réaliser
Chaufferie centrale	Canalisation Gaz	Acier	Cu 25mm ²
Poste de livraison GRTGAZ	Canalisation Gaz	Acier	Cu 25mm ²
Fours 4-5	Canalisations fluides depuis DIS	Acier	Cu 25mm ²
	Canalisations Fuel	Acier	A réaliser
Cuve fuel 30000L	Canalisations vers fours	Acier	A réaliser
Poste broyage charbon	Canalisation Gaz	Acier	Cu 25mm ²
Nouvelle unité CSR	Canalisations sprinkler depuis DIS	Acier	A réaliser

Tableau 11 : Canalisations du site

Source : Selon Audit/plans.

5.6 Situations Règlementaires

Les activités Classées au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement sont les suivantes :

Rubriques	Désignation de l'activité	Capacité future	Régime future
3310.1-a	<p>Production de ciment, chaux et oxyde de magnésium 1. Production de clinker (ciment) a) Dans des fours rotatifs avec une capacité de production supérieure à 500 tonnes par jour (A) ; b) Dans d'autres types de fours avec une capacité de production supérieure à 50 tonnes par jour (A).</p>	<p>Exploitation d'un four rotatif (K6) Capacité de 3 500 tonnes/jour</p>	A
3510	<p>Elimination ou valorisation des déchets dangereux, avec une capacité de plus de 10 tonnes par jour, supposant le recours à une ou plusieurs des activités suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - traitement biologique ; - traitement physico-chimique ; - mélange avant de soumettre les déchets à l'une des autres activités énumérées aux rubriques 3510 et 3520 ; - reconditionnement avant de soumettre les déchets à l'une des autres activités énumérées aux rubriques 3510 et 3520 ; - récupération/ régénération des solvants ; - recyclage/ récupération de matières inorganiques autres que des métaux ou des composés métalliques ; - régénération d'acides ou de bases ; - valorisation des composés utilisés pour la réduction de la pollution ; - valorisation des constituants des catalyseurs ; - régénération et autres réutilisations des huiles ; - lagunage. 	<p>Co-incinération de déchets industriels dangereux pour valorisation matière ou énergétique dans le four K6 par injection en tuyère ou au pré-calcaireur ou ajout au cru. Capacité de 1 956 tonnes/jour</p>	A
3520-a	<p>Elimination ou valorisation de déchets dans des installations d'incinération des déchets ou des installations de co-incinération des déchets :</p> <p>a) Pour les déchets non dangereux avec une capacité supérieure à 3 tonnes par heure (A).</p>	<p>Co-incinération de déchets industriels non-dangereux pour valorisation matière ou énergétique dans le four K6 par injection en tuyère ou au pré-calcaireur ou ajout au cru. Capacité de 42,5 tonnes/heure</p>	A
3520-b	<p>Elimination ou valorisation de déchets dans des installations d'incinération des déchets ou des installations de co-incinération des déchets :</p> <p>b) Pour les déchets dangereux avec une capacité supérieure à 10 tonnes par jour (A).</p>	<p>Co-incinération de déchets industriels dangereux pour valorisation matière ou énergétique dans le four K6 par injection en tuyère ou au pré-calcaireur ou ajout au cru. Capacité de 1 956 tonnes/jour</p>	A

Rubriques	Désignation de l'activité	Capacité future	Régime future
3531	<p>Elimination des déchets non dangereux non inertes avec une capacité de plus de 50 tonnes par jour, supposant le recours à une ou plusieurs des activités suivantes, à l'exclusion des activités relevant de la directive 91/271/CEE du Conseil du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - traitement biologique ; - traitement physico-chimique ; - prétraitement des déchets destinés à l'incinération ou à la co-incinération ; - traitement du laitier et des cendres ; - traitement en broyeur de déchets métalliques, notamment déchets d'équipements électriques et électroniques et véhicules hors d'usage ainsi que leurs composants. 	<p>Elimination d'eaux polluées par injection en tuyère ou au pré-calcaireur du four K6.</p> <p align="center">Capacité de 216 tonnes/jour</p>	A
3532	<p>Valorisation ou un mélange de valorisation et d'élimination, de déchets non dangereux non inertes avec une capacité supérieure à 75 tonnes par jour et entraînant une ou plusieurs des activités suivantes, à l'exclusion des activités relevant de la directive 91/271/CEE :</p> <ul style="list-style-type: none"> - traitement biologique ; - prétraitement des déchets destinés à l'incinération ou à la co-incinération ; - traitement du laitier et des cendres ; - traitement en broyeur de déchets métalliques, notamment déchets d'équipements électriques et électroniques et véhicules hors d'usage ainsi que leurs composants. 	<p>Co-incinération de déchets industriels non-dangereux pour valorisation matière ou énergétique dans le four K6 par injection en tuyère ou au pré-calcaireur ou ajout au cru. Capacité de 2 040 tonnes/jour</p>	A
3550	<p>Stockage temporaire de déchets dangereux ne relevant pas de la rubrique 3540, dans l'attente d'une des activités énumérées aux rubriques 3510, 3520, 3540 ou 3560 avec une capacité totale supérieure à 50 tonnes, à l'exclusion du stockage temporaire sur le site où les déchets sont produits, dans l'attente de la collecte.</p>	<p><u>Silos coke (mélange coke/boues)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> o Total : 954 tonnes <p><u>Autres déchets dangereux solides</u></p> <ul style="list-style-type: none"> o Total : 32 700 tonnes <p><u>Déchets liquides dangereux</u></p> <ul style="list-style-type: none"> o Total : 1 000 tonnes <p>Soit une capacité de stockage totale de 34 654 tonnes</p>	A
4001	<p>Installations présentant un grand nombre de substances ou mélanges dangereux</p>	<p>Installations présentant un grand nombre de substances ou mélanges dangereux et vérifiant la règle de cumul seuil haut mentionnées au II de l'article R. 511-11</p>	A (Seuil Haut)

Rubriques	Désignation de l'activité	Capacité future	Régime future
4130.2-a	Toxicité aiguë catégorie 3 pour les voies d'exposition par inhalation. 2. Substances et mélanges liquides. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : a) Supérieure ou égale à 10 t (A) ; b) Supérieure ou égale à 1 t, mais inférieure à 10 t (D).	Quantité maximale de 1 000 tonnes (4 cuves de 250 m ³)	A (Seuil Haut)
4140.2-a	Toxicité aiguë catégorie 3 pour la voie d'exposition orale (H301) dans le cas où ni la classification de toxicité aiguë par inhalation ni la classification de toxicité aiguë par voie cutanée ne peuvent être établies, par exemple en raison de l'absence de données de toxicité par inhalation et par voie cutanée concluantes. 2. Substances et mélanges liquides. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : a) Supérieure ou égale à 10 t (A) ; b) Supérieure ou égale à 1 t, mais inférieure à 10 t (D).	Quantité maximale de 1 000 tonnes (4 cuves de 250 m ³)	A (Seuil Haut)
4150-1	Toxicité spécifique pour certains organes cibles (STOT) exposition unique catégorie 1. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : a) Supérieure ou égale à 20 t (A) ; b) Supérieure ou égale à 5 t, mais inférieure à 20 t (D).	Quantité maximale de 1 000 tonnes (4 cuves de 250 m ³)	A (Seuil Haut)
4331-1	Liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la rubrique 4330. La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines étant : 1. Supérieure ou égale à 1 000 t (A) ; 2. Supérieure ou égale à 100 t mais inférieure à 1 000 t (E) ; 3. Supérieure ou égale à 50 t mais inférieure à 100 t (DC).	Quantité maximale de 900 tonnes (4 cuves de 250 m ³ – densité solvants : 0,9)	E
4510-1	Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aiguë 1 ou chronique 1. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1. Supérieure ou égale à 100 t (A) ; 2. Supérieure ou égale à 20 t mais inférieure à 100 t (DC).	Quantité maximale de 1 000 tonnes (4 cuves de 250 m ³)	A (Seuil Haut)
4511-1	Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie chronique 2. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1. Supérieure ou égale à 200 t (A) ; 2. Supérieure ou égale à 100 t mais inférieure à 200 t (DC).	Quantité maximale de 1 000 tonnes (4 cuves de 250 m ³)	A (Seuil Haut)
4719-2	Acétylène (numéro CAS 74-86-2). La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : a) Supérieure ou égale à 1 t (A) ; b) Supérieure ou égale à 250 kg, mais inférieure à 1 t (D).	Quantité inférieure à 1 tonne Stockage d'acétylène (maintenance)	D
4734.2-b	Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution : essences et naphas ; kérosènes (carburants d'aviation compris) ; gazoles (gazole diesel, gazole de chauffage domestique et mélanges de gazoles compris) ; fioul lourd ; carburants de substitution pour véhicules, utilisés aux mêmes fins et aux mêmes usages et présentant des propriétés similaires en matière d'inflammabilité et de danger pour l'environnement. La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines, étant : 2. Pour les autres stockages : a) Supérieure ou égale à 1 000 t (A) ; b) Supérieure ou égale à 100 t d'essence ou 500 t au total, mais inférieure à 1 000 t au total (E) ; c) Supérieure ou égale à 50 t au total, mais inférieure à 100 t d'essence et inférieure à 500 t au total (DC).	117 m ³ de GNR (densité de 0,82) répartis dans 6 cuves aériennes, Quantité maximale de 96 tonnes	DC

Rubriques	Désignation de l'activité	Capacité future	Régime future
4801-1	<p>Houille, coke, lignite, charbon de bois, goudron, asphalte, brais et matières bitumineuses. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :</p> <p>a) Supérieure ou égale à 500 t (A) ; b) Supérieure ou égale à 50 t, mais inférieure à 500 t (D).</p>	<p><u>Stockage de coke à broyer</u> Total : 3000 tonnes</p> <p><u>Silos coke (mélange coke/boues)</u> Total : 954 tonnes</p> <p>Soit une capacité de stockage totale de 3 954 tonnes</p>	A
2520	<p>Ciments, chaux, plâtres (Fabrication de) La capacité de production étant supérieure à 5 t/j.</p>	<p>Exploitation d'un four rotatif (K6) Capacité de 3 500 tonnes/jour</p>	A
2770	<p>Installation de traitement thermique de déchets dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2792 et 2793 et des installations de combustion consommant comme déchets uniquement des déchets répondant à la définition de biomasse au sens de la rubrique 2910.</p>	<p>Co-incinération de déchets industriels dangereux pour valorisation matière ou énergétique dans le four K6 par injection en tuyère ou au pré-calcaireur ou ajout au cru.</p>	A
2771	<p>Installation de traitement thermique de déchets non dangereux, à l'exclusion des installations visées à la rubrique 2911 et des installations consommant comme déchets uniquement des déchets répondant à la définition de biomasse au sens de la rubrique 2910</p>	<p>Co-incinération de déchets industriels non-dangereux pour valorisation matière ou énergétique dans le four K6 par injection en tuyère ou au pré-calcaireur ou ajout au cru.</p>	A
2790	<p>Installations de traitement de déchets dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2711, 2720, 2760, 2770, 2792, 2793 et 2795.</p>	<p>Traitement de déchets dangereux pour valorisation matière lors de la préparation du cru ou pour ajout au ciment</p>	A
2791-1	<p>Installation de traitement de déchets non dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2515, 2711, 2713, 2714, 2716, 2720, 2760, 2771, 2780, 2781, 2782, 2794, 2795 et 2971. La quantité de déchets traités étant :</p> <p>1. Supérieure ou égale à 10 t/j (A) ; 2. Inférieure à 10 t/j (DC).</p>	<p>Traitement de déchets non dangereux pour valorisation matière lors de la préparation du cru ou pour ajout au ciment, Capacité de 2 500 tonnes/jour</p>	A – 2 km

Rubriques	Désignation de l'activité	Capacité future	Régime future
2515-1.a	<p>1. Installations de broyage, concassage, criblage, ensachage, pulvérisation, lavage, nettoyage, tamisage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes, en vue de la production de matériaux destinés à une utilisation, à l'exclusion de celles classées au titre d'une autre rubrique ou de la sous-rubrique 2515-2.</p> <p>La puissance maximale de l'ensemble des machines fixes pouvant concourir simultanément au fonctionnement de l'installation, étant :</p> <p>a) Supérieure à 200 kW (E) ; b) Supérieure à 40 kW, mais inférieure ou égale à 200 kW (D).</p>	<p>La puissance installée de l'ensemble des machines fixes concourant au fonctionnement de l'installation est de 13 198 kW,</p>	E
2910. A-1	<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 la biomasse, des produits connexes de scierie et des chutes du travail mécanique de 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 totale de l'installation de combustion (*) est :</p> <p>1. Supérieure ou égale à 20 MW, mais inférieure à 50 MW (E) ; 2. Supérieure ou égale à 1 MW, mais inférieure à 20 MW (DC).</p>	<p align="center"><u>Installations de combustion</u></p> <p align="center">Puissance thermique nominale totale de 46 805 kW</p>	E
1435	<p>Stations-service : installations, ouvertes ou non au public, où les carburants sont transférés de réservoirs de stockage fixes dans les réservoirs à carburant de véhicules.</p> <p>Le volume annuel de carburant liquide distribué étant :</p> <p>1. Supérieure à 20 000 m³ (E) ; 2. Supérieure à 100 m³ d'essence ou 500 m³ au total, mais inférieur ou égal à 20 000 m³ (DC).</p>	<p>Le volume annuel de GNR distribué afin d'alimenter les engins du site s'élèvera à environ 100 m³</p>	DC
1716-1	<p>Substances radioactives mentionnées à la rubrique 1700 autres que celles mentionnées à la rubrique 1735, dont la quantité totale est supérieure à 1 tonne et pour lesquelles les conditions d'exemption mentionnées au 1° du I de l'article R. 1333-106 du code de la santé publique ne sont pas remplies.</p> <p>1. Les substances radioactives ne sont pas uniquement d'origine naturelle et la valeur de QNS est égale ou supérieure à 10⁴ (A) ; 2. Les substances radioactives sont uniquement d'origine naturelle ou la valeur de QNS est égale ou supérieure à 1 et strictement inférieure à 10⁴ (D).</p>	<p>L'installation comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un appareil de chromatographie phase gazeuse de marque VARIAN, de type 3800 GC double voie. Le radionucléide est le Ni 63, sous la forme de 2 sources scellées. - 1 analyseur par activation thermique/neutronique à pulsations rapide (PFTNA). 	D

Rubriques	Désignation de l'activité	Capacité future	Régime future
2564.1-b	<p>Nettoyage, dégraissage, décapage de surfaces quelconques par des procédés utilisant des liquides organohalogénés ou des solvants organiques, à l'exclusion des activités classées au titre de la rubrique 3670.</p> <p>1. Hors procédé sous vide, le volume des cuves affectées au traitement étant :</p> <p>a. Supérieur à 1500 l (E) ;</p> <p>b. Supérieur à 20 l, mais inférieur ou égal à 1500 l pour les solvants organiques à mention de danger H340, H350, H350i, H360D, H360F ou les liquides organohalogénés à mention de danger H341 ou H351, au sens du règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006 (DC).</p>	<p>Le volume des cuves affectées au nettoyage, dégraissage, décapage s'élève à 200 litres (une fontaine de dégraissage).</p>	DC
2921.1-b	<p>Refroidissement évaporatif par dispersion d'eau dans un flux d'air généré par ventilation mécanique ou naturelle, ou récupération de la chaleur par dispersion d'eau dans des fumées émises à l'atmosphère :</p> <p>1. Installations de refroidissement évaporatif par dispersion d'eau dans un flux d'air généré par ventilation mécanique ou naturelle :</p> <p>a) La puissance thermique évacuée maximale étant supérieure ou égale à 3 000 kW (E) ;</p> <p>b) La puissance thermique évacuée maximale étant inférieure à 3 000 kW (DC).</p>	<p>La puissance thermique totale évacuée s'élève à 1 302 kW, avec deux tours aéroréfrigérantes en circuit primaire fermé (refroidisseur B4).</p>	DC

Tableau 12 : Rubriques ICPE projetées

Compte tenu de la nature et des quantités de déchets stockés, en attente de valorisation, au sein de sa cimenterie, le site de la société EQIOM est également référencé SEVESO Seuil Haut par dépassement direct ainsi que par la règle des cumuls.

5.7 Zones à risques d'explosion

Nous ne disposons d'aucune information sur les zones ATEX présentes ou projetées sur le site. Nous considérons qu'aucune zone ATEX Z0 ou Z20 ne peut être rencontrée à l'extérieur des installations et directement impactable par la foudre ou est confinée dans une enveloppe métallique d'épaisseur conforme à la norme 62305-3. Le risque d'explosion ne sera donc pas retenu.

5.8 Mesures de maîtrise des risques

Les équipements dont la défaillance entraîne une interruption des moyens de sécurité et provoquant ainsi des conditions aggravantes à un risque d'accident sont à prendre en compte. La liste de ces équipements est la suivante avec leur susceptibilité à la foudre :

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Extincteur	Non
Surpresseurs RIA	Oui
RIA	Non
Motopompes Sprinkler	Oui
Centrales Sprinkler	Non sécurité positive
Centrales de détection gaz	Non sécurité positive
Centrales de détection incendie	Non sécurité positive
Postes de contrôle	Oui
Télétransmetteur/automates/routeurs	Oui
EIPS (liste non définie)	A définir

Tableau 13 : Liste des équipements de sécurité

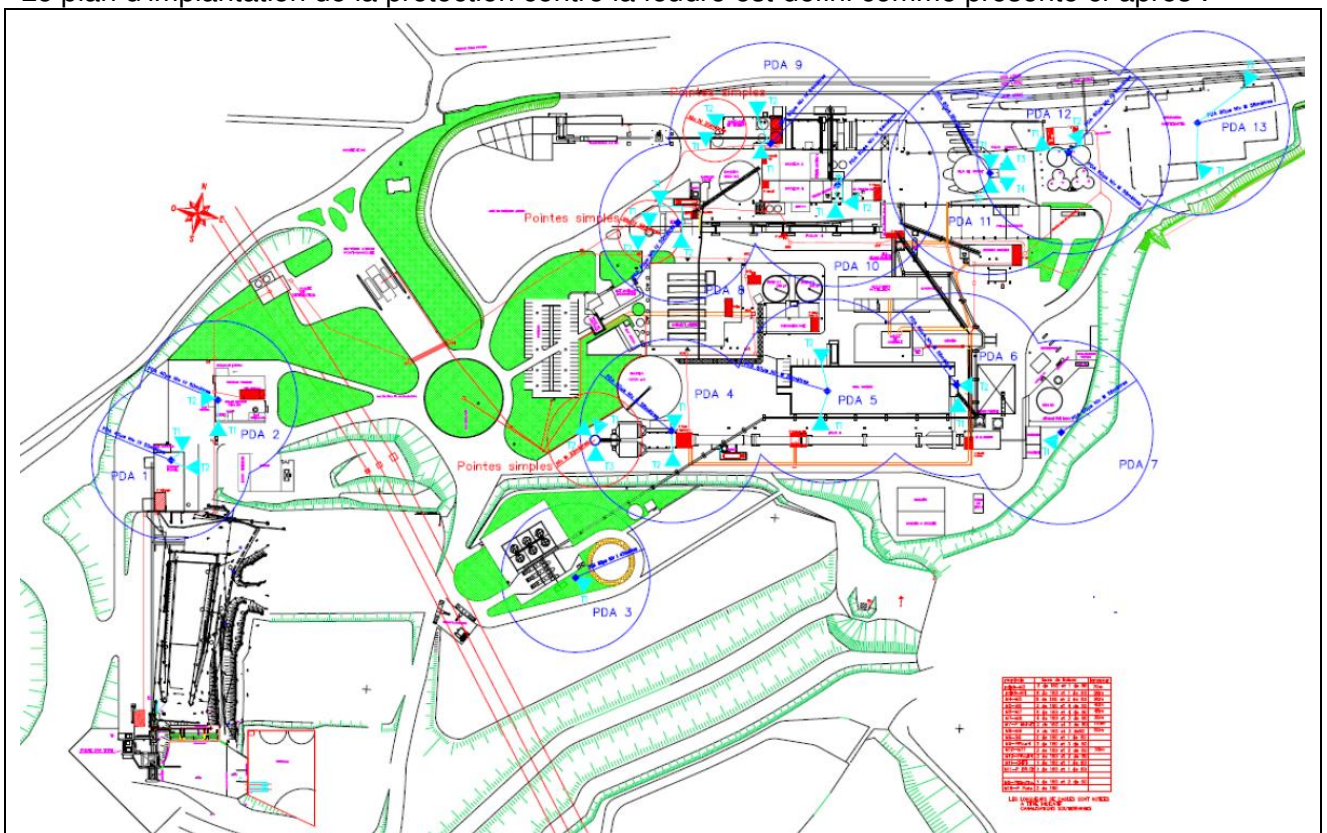
Cette liste n'est pas exhaustive et pourra être complétée par le Maître d'ouvrage.

5.9 Description de la protection contre la foudre existante

5.9.1 Installation Extérieure de Protection Foudre (I.E.P.F)

Le site est actuellement protégé par 12 paratonnerres à dispositifs d’amorçage (PDA) et 3 ensembles de paratonnerres à tige simple (PTS) raccordés à 32 prises de terre foudre conformément aux exigences de l’étude technique de 2019 réalisée par la société BCM. Les installations datant de 2021 sont contrôlées annuellement et ne font l’objet d’aucune réserve. Il est à noter que le PDA 7 a été déposé dans le cadre de la suppression des installations protégées par ce dernier.

Le plan d’implantation de la protection contre la foudre est défini comme présenté ci-après :



Plan 1 : Implantation des paratonnerres, conducteurs de descente et prises de terre (Source DOE)

5.9.2 Installation Intérieure de Protection Foudre (I.I.P.F)

Le site est actuellement protégé par 24 parafoudres de type 1 et 3 parafoudres de type 2 conformément aux exigences de l'étude technique de 2019 réalisée par la société BCM. Les installations datant de 2021 sont contrôlées annuellement et ne font l'objet d'aucune réserve.

La liste des parafoudres est définie comme présenté ci-après :

<p>Poste amont poussière four 4 : 1 TGBT Poste manut ajout : 1 TGBT Poste purge : 1 TGBT Poste BT B4 : 1 TGBT Poste Presse : 1 TGBT Poste Aval : 1 TGBT Poste TGBT silo 15KT : 1 TGBT Poste 8 expé : 1 TGBT Poste ensachage palettisation dans bâtiment expédition : 1 TGBT Poste Sciure : 1 TGBT Poste pâte et fumée TGBT tirage : 1 TGBT Poste atelier : 1 TGBT (Tetra) Poste spinor ultra fin : 1 TGBT Poste massif 3 : 1 TGBT Poste BT B3 : 1 TGBT Poste charbon : 1 TGBT Poste manut four 5 : 1 TGBT Poste chauffe four 5 : 1 TGBT Poste pâte et fumée TGBT plateforme combustible DIS : 1 TGBT Poste pâte et fumée TGBT pate électro filtre : 1 TGBT Poste pâte et fumée TGBT poussière : 1 TGBT Poste pâte : 1 TGBT Poste délayage trammel : 1 TGBT Poste extraction : 1 TGBT Alimentation armoire de commande GE F5 Alimentation armoire de commande GE F4 Départ électrique de l'onduleur</p>
--

Tableau 14 : Liste des parafoudres sur site (Source DOE)

6. TRAVAUX A REALISER – EFFETS DIRECTS DE LA Foudre

6.1 Dispositions générales

Son rôle est :

- D'intercepter les courants de foudre directs.
- De conduire les courants de foudre vers la terre.
- De disperser les courants de foudre dans la terre.

On détermine 2 types de protection : **isolée** et **non isolée**.

Dans une IEPF **isolée**, les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière à ce que le trajet du courant de foudre maintienne une distance de séparation adéquate pour éviter les étincelles dangereuses (dans le cas de parois combustibles, de risque d'explosion et d'incendie, de contenus sensibles aux champs électromagnétiques de foudre).

Dans une IEPF **non isolée**, les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière à ce que le trajet du courant de foudre puisse être en contact avec la structure à protéger, ce qui est le cas pour la majorité des bâtiments.

6.2 Différents types d'I.E.P.F

Pour le système de capture, deux types de solutions peuvent être envisagés :

- La **protection par système passif** (norme NF EN 62305-3) consistant à répartir sur le bâtiment à protéger : des dispositifs de capture à faible rayon de couverture, des conducteurs de descente et des prises de terre foudre.

Ils peuvent être constitués par une combinaison des composants suivants :

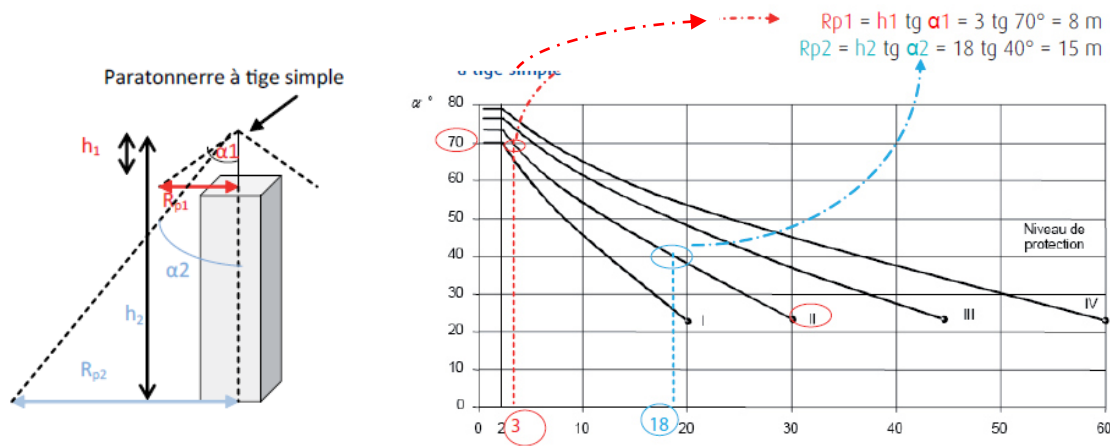
- tiges simples,
- fils tendus,
- cages maillées et/ou composants naturels...

Ces composants doivent être installés aux coins, aux points exposés et sur les rebords suivant 3 méthodes :

- **Tiges simples**

Ce type d'installation consiste en la mise en place d'un ou plusieurs paratonnerres à tiges simples, en partie haute des structures à protéger.

L'angle de protection concernant la zone protégée par ces tiges dépend du niveau de protection requis sur le bâtiment concerné et de la hauteur du dispositif de capture au-dessus du volume à protéger.



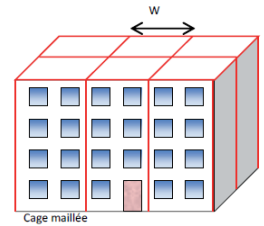
Détermination de l'angle de protection en fonction de la hauteur de la tige du paratonnerre et du niveau de protection

○ **Cages maillées**

La protection par cage maillée consiste en la réalisation sur le bâtiment d'une cage à mailles reliées à des prises de terre.

Le système à cage maillée répartit l'écoulement des courants de foudre entre les diverses descentes, et ceci d'autant mieux que les mailles sont plus serrées.

La largeur des mailles en toiture et la distance moyenne entre deux descentes dépendent du niveau de protection requis sur le bâtiment.



Niveau de protection Issu de l'ARF	Taille des mailles	Distances typiques entre les conducteurs (W)
IV	20 m x 20 m	20 m
III	15 m x 15 m	15 m
II	10 m x 10 m	10 m
I	5 m x 5 m	10 m

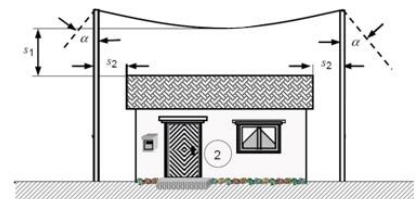
Largeur des mailles et distances habituelles entre les descentes et le ceinturage en fonction du niveau de protection

○ **Fils tendus**

Ce système est composé d'un ou plusieurs conducteurs tendus au-dessus des installations à protéger.

Les conducteurs doivent être reliés à la terre à chacune de leur extrémité.

L'installation de fils tendus doit tenir compte de la tenue mécanique, de la nature de l'installation et des distances d'isolement.



➤ La **protection par système actif** (norme NF C 17-102) avec mise en place de Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA) dont le rayon de couverture est amélioré par un dispositif ionisant.

Niveau de protection		Rayon de protection des PDA											
		I			II			III			IV		
Avance à l'amorçage		30	40	60	30	40	60	30	40	60	30	40	60
Hauteur au-dessus de la surface à protéger	2	11,4	15,0	18,6	12,6	15,6	20,4	15,0	18,0	23,4	16,8	19,8	25,8
	4	22,8	30,6	37,8	25,8	31,2	41,4	30,6	36,0	46,8	34,2	40,2	51,0
	5	28,8	37,8	47,4	33,0	39,0	51,6	37,8	45,0	58,2	42,6	50,4	64,2

Le tableau ci-dessus tient compte du coefficient de réduction de 40 % appliqué aux rayons de protection des PDA, conformément à l'arrêté du 4 octobre 2010 concernant les ICPE.

Tableau 15 : Rayon de protection des PDA

Nota : il est également possible de combiner des solutions passives et actives en fonction de la configuration des structures à protéger.

Les avantages et inconvénients de chaque type de protection sont listés dans le tableau suivant :

	Système passif	Système actif (PDA)
Installation	Contraignante sur des structures complexes et pour des niveaux de protection sévères.	Simplifiée car moins de matériels à installer.
Maintenance	Simplifiée, pas d'élément actif à contrôler.	Problème du contrôle du bon fonctionnement de la partie active (accessibilité, moyens de contrôle spécifiques).
Efficacité	Basée sur le modèle électrogéométrique. Apporte également une réduction des perturbations électromagnétiques rayonnées.	En cas de défaillance du système actif la protection devient partielle.
Coût d'installation	Pouvant être élevé sur des structures importantes.	Les PDA étant actifs, leur coût est supérieur à celui d'une tige simple. L'installation est cependant moins contraignante, d'où un coût global d'installation moindre.

Tableau 16 : Avantages et inconvénients par SPF

6.3 Choix du type d'I.E.P.F

La surface des bâtiments étant importante, nous conseillons de protéger ces zones à l'aide d'une protection par **paratonnerre à dispositif d'amorçage et paratonnerre à tige simple**, car :

- Une solution de protection par cages maillées serait complexe à mettre en œuvre et très onéreuse.
- L'utilisation de composants naturels n'est pas possible car les éléments métalliques de construction ne permettent pas de constituer des parties du SPF,
- La protection par fils tendus n'est applicable que pour les zones ouvertes ou bâtiment de petites tailles.

Les solutions proposées dans l'étude technique ont été étudiées en tenant compte du meilleur compromis entre les aspects techniques et économiques.

6.4 Mise en œuvre de l'I.E.P.F

6.4.1 Nouvelle unité DIS

6.4.1.1 Niveau de protection à atteindre

La nouvelle unité DIS doit être protégée par un **SPF de niveau II**.

6.4.1.2 Dispositif de capture

Les travaux à mettre en œuvre sont :

- L'installation de **1 PDA** testable IN SITU sur mât isolé.

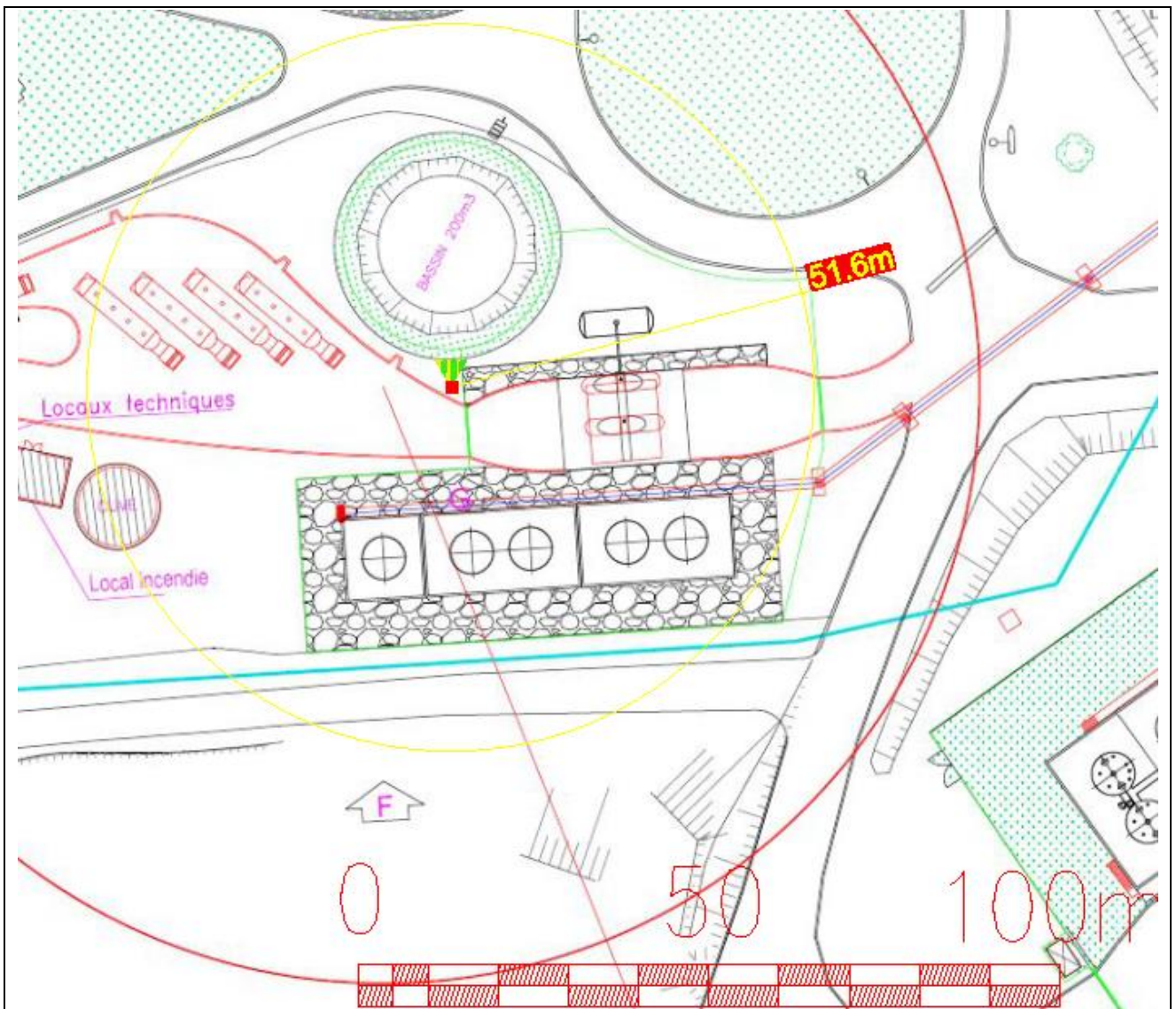
Les caractéristiques des dispositifs de capture sont décrites dans le tableau suivant :

Paratonnerre	Hauteur des mâts	Δt	Niveau de protection	Rayon de protection
1 PDA	20 mètres (à confirmer selon plan de coupe)	60 μ s	II	51,6 m

Tableau 17 : I.E.P.F à installer

Le haut du PDA doit être installé à au moins 2 m au-dessus de la zone qu'il protège, y compris les antennes, les tours de refroidissement, les toits, les réservoirs, etc.

Afin de limiter le phénomène de tension de pas et de contact à proximité des descentes, des pancartes interdisant l'approche à moins de 3 mètres en cas d'orage devront être installées sur chaque descente.



Plan 2 : Implantation des paratonnerres, conducteurs de descente et prises de terre





Légende :			
	Rayon de protection 51,6 m		PDA sur mât
	Prise de terre à créer		Conducteur de descente à créer

Tableau 18 : Légende des I.E.P.F à installer

Nota : Seule l'implantation des conducteurs de descente et des prises de terre proposées dans notre étude, pourra être modifiée par l'installateur lors de la réalisation des travaux, à la seule condition que tout soit conforme aux normes en vigueur.

6.4.2 Nouveau Four K6

6.4.2.1 Niveau de protection à atteindre

Le nouveau Four K6 doit être protégé par un **SPF de niveau III**.

6.4.2.2 Dispositif de capture

Les travaux à mettre en œuvre sont :

- L'installation de **3 PDA** testable IN SITU,
- La création d'un ceinturage sur 20% les plus hauts de la structure abritant les PDA de la tour du four et du silo Clinker,
- L'installation de **1 PTS** sur la cheminée de la tour (à confirmer en fonction de la hauteur de la cheminée),
- Le déplacement du PDA 5 présent sur le Hall Clinker afin de tenir compte de la nouvelle trémie prévue à proximité du hall et le dépassant.

Les caractéristiques des dispositifs de capture sont décrites dans le tableau suivant :

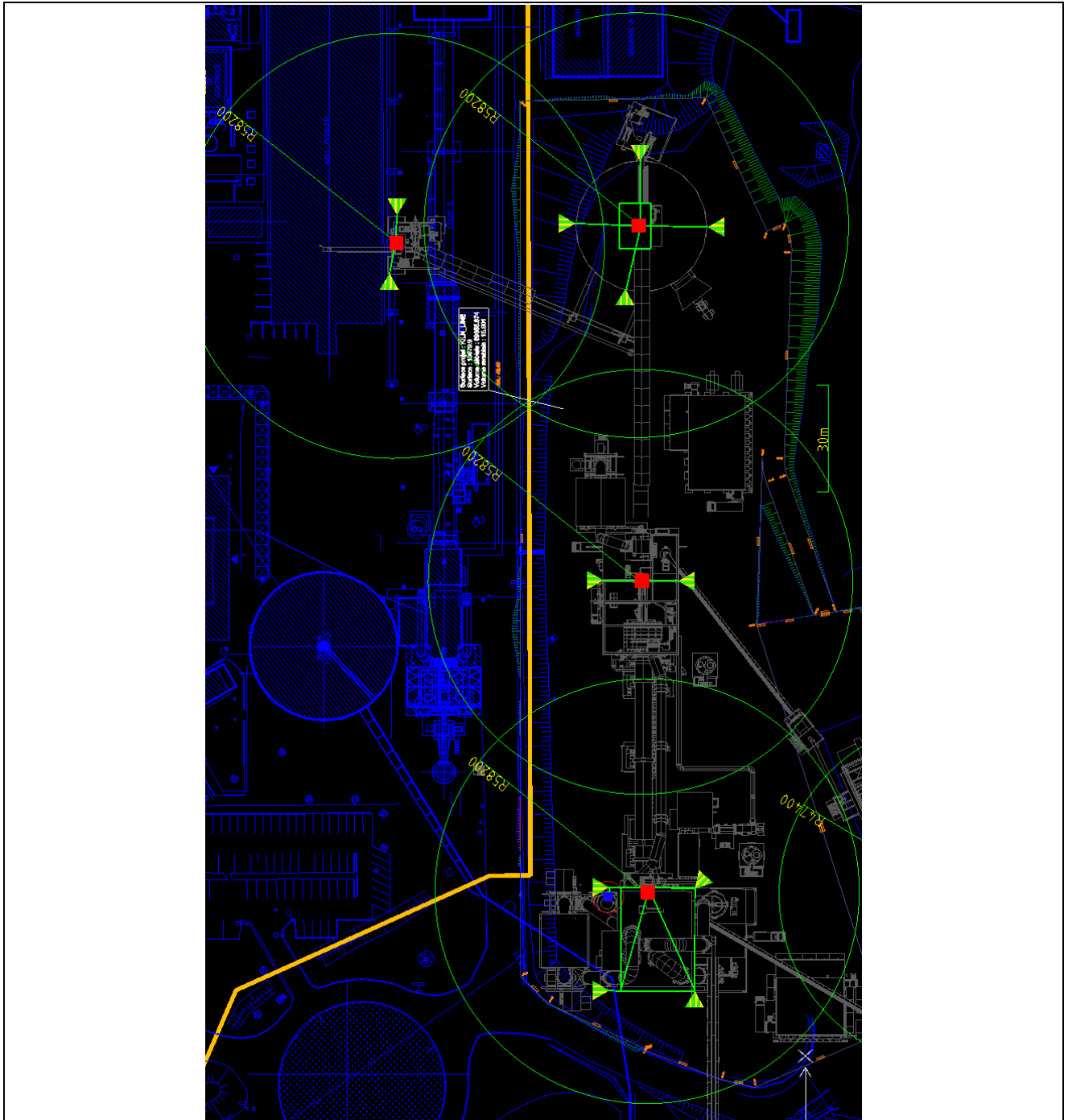
Paratonnerre	Hauteur des mâts	Δt	Niveau de protection	Rayon de protection
3 PDA	5 mètres	60 μ s	III	58,2 m
1 PTS	1 mètre	/	III	4,33

Tableau 19 : I.E.P.F à installer

Le haut du PDA doit être installé à au moins 2 m au-dessus de la zone qu'il protège, y compris les antennes, les tours de refroidissement, les toits, les réservoirs, etc.

Afin de limiter le phénomène de tension de pas et de contact à proximité des descentes, des pancartes interdisant l'approche à moins de 3 mètres en cas d'orage devront être installées sur chaque descente.

Nota : Seule l'implantation des conducteurs de descente et des prises de terre proposées dans notre étude, pourra être modifiée par l'installateur lors de la réalisation des travaux, à la seule condition que tout soit conforme aux normes en vigueur.



Plan 3 : Implantation des paratonnerres, conducteurs de descente et prises de terre







Légende :			
	Rayon de protection 58,2 m		Rayon de protection 4,33 m
	PDA		PTS
	Prise de terre à créer		Conducteur de descente à créer

Tableau 20 : Légende des I.E.P.F à installer

6.4.3 Nouveau Stockage CSR

6.4.3.1 Niveau de protection à atteindre

Le nouveau Stockage CSR doit être protégé par un **SPF de niveau I**.

6.4.3.2 Dispositif de capture

Les travaux à mettre en œuvre sont :

- L'installation de **1 PDA** testable IN SITU,
- L'installation d'un paratonnerre à tige simple (PTS) sur la future cheminée (à confirmer).

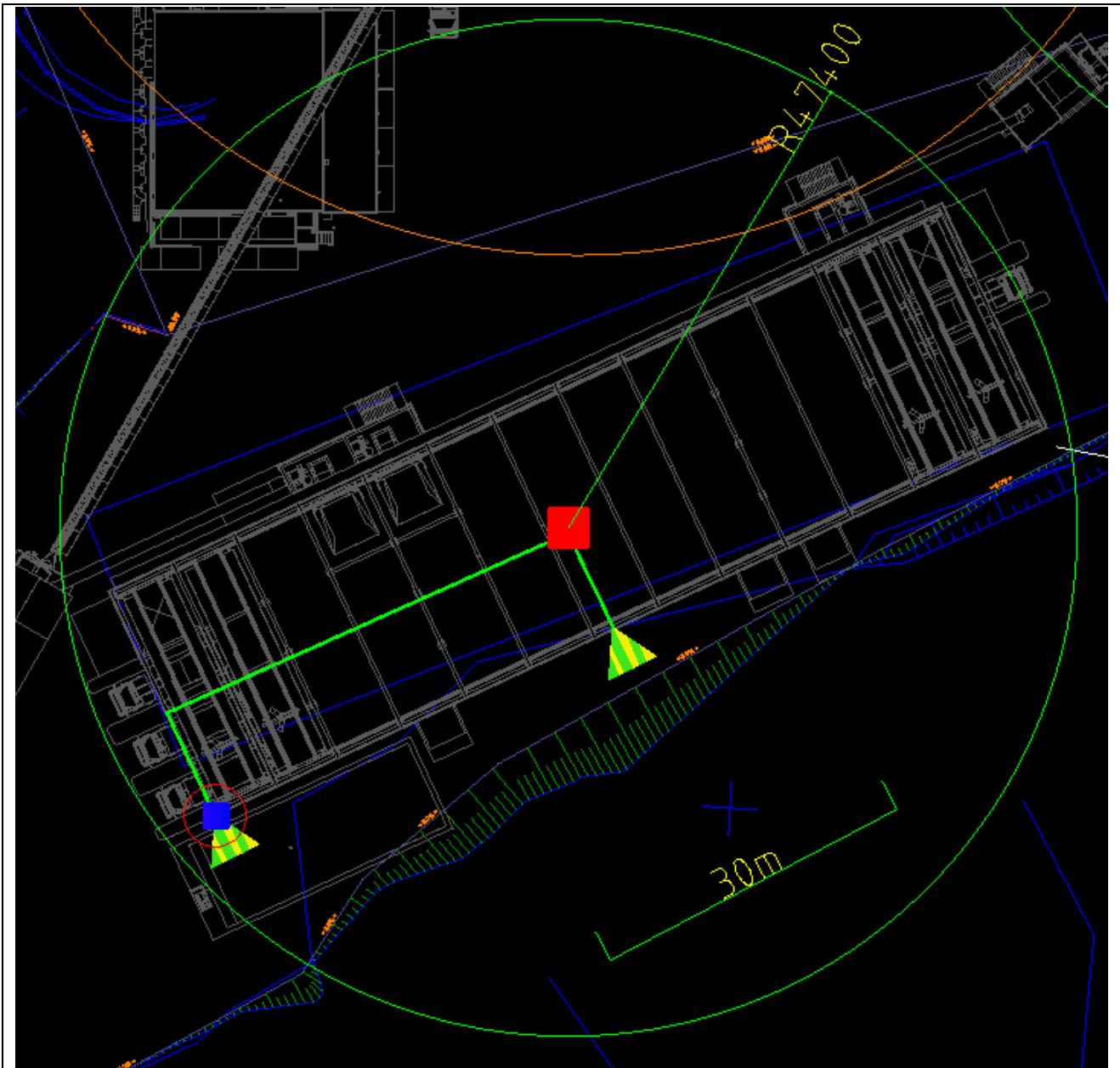
Les caractéristiques des dispositifs de capture sont décrites dans le tableau suivant :

Paratonnerre	Hauteur des mâts	Δt	Niveau de protection	Rayon de protection
1 PDA	5 mètres	60 μs	I	47,4 m
1 PTS	1 mètre	/	I	2,90 m

Tableau 21 : I.E.P.F à installer

Le haut du PDA doit être installé à au moins 2 m au-dessus de la zone qu'il protège, y compris les antennes, les tours de refroidissement, les toits, les réservoirs, etc.

Afin de limiter le phénomène de tension de pas et de contact à proximité des descentes, des pancartes interdisant l'approche à moins de 3 mètres en cas d'orage devront être installées sur chaque descente.



Plan 4 : Implantation des paratonnerres, conducteurs de descente et prises de terre







Légende :			
	Rayon de protection 47,4 m		Rayon de protection 2,9 m
	PDA		PTS
	Prise de terre à créer		Conducteur de descente à créer

Tableau 22 : Légende des I.E.P.F à installer

Nota : Seule l'implantation des conducteurs de descente et des prises de terre proposées dans notre étude, pourra être modifiée par l'installateur lors de la réalisation des travaux, à la seule condition que tout soit conforme aux normes en vigueur.

6.4.4 Dispositifs de descente et mise à la terre

6.4.4.1 Conducteurs de descente

Pour un SPF à dispositif d'amorçage non isolé, chaque PDA doit être connecté à au moins deux conducteurs de descente. Néanmoins, la norme NFC 17102 version 2011 nous indique que lorsque plusieurs PDA se trouvent sur le même bâtiment, les conducteurs de descente peuvent être mutualisés. Ainsi, s'il y a n PDA sur le toit, il n'est pas systématiquement nécessaire d'avoir $2n$ conducteurs de descente mais un minimum de n conducteurs de descente spécifique est nécessaire.

La distance de séparation la plus défavorable calculée est de :
(Le détail du calcul est présenté en annexe 1)

	PDA DIS	PDA CSR	PDA Tour Four	PDA Central four	PDA Silo Clinker	PDA 5
Distance de séparation dans l'air	1,5 m	2,1 m	1,9 m	1,0 m	1,4 m	1,2 m
Distance de séparation dans le béton	3,0 m	4,2 m	3,8 m	2,1 m	2,8 m	2,4 m

Tableau 23 : Distances de séparation

L'ensemble des masses métalliques mises à la terre et des carcasses des spots d'éclairages/caméras devront être interconnectés au dispositif de descente par un conducteur de même nature que celui-ci en cas de non-respect de cette distance de séparation.

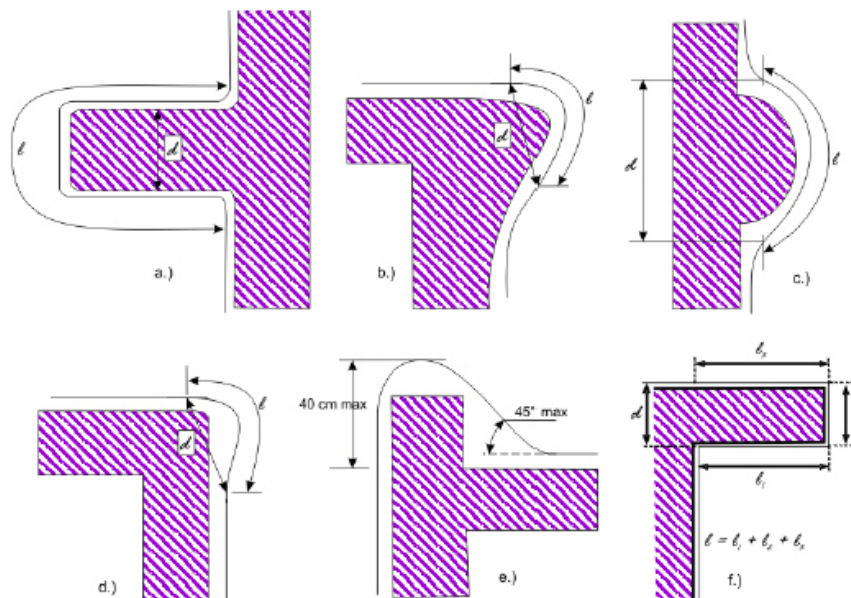
Les courants forts/faibles devront être blindés (caméras, antenne hertzienne) ou protégés à l'aide de parafoudres (parafoudres BT et coaxiaux) en cas de non-respect de cette distance de séparation.

6.4.4.2 Cheminement des conducteurs de descente

Les conducteurs de descente doivent être installés de sorte que leurs cheminements soient aussi directs et aussi courts que possible, en évitant les angles vifs et les sections ascendantes (les rayons de courbure doivent être supérieurs à 20 cm).

Les conducteurs de descente ne doivent pas cheminer le long des canalisations électriques ou croiser ces dernières.

Il convient d'éviter tout cheminement autour des acrotères, des corniches et plus généralement des obstacles. Une hauteur maximale de 40 cm est admise pour passer au-dessus d'un obstacle avec une pente de 45° ou moins. Il est rappelé que la règle principale pour le cheminement des conducteurs de descente est la distance de séparation calculé au chapitre 6.4.2.1 de cette étude.



ℓ : longueur de la boucle, en mètres
 d : largeur de la boucle, en mètres
 Le risque de rupture du diélectrique est évité si la condition $d > \ell / 20$ est respectée

Figure 4 : Formes de courbure des conducteurs de descente

Les conducteurs de descente, pour les PDA, doivent être fixés à raison de **trois fixations par mètre** (environ tous les 33 cm).

Il convient que ces fixations soient adaptées aux supports et que leur installation n'altère pas l'étanchéité du toit. Les fixations par percements systématiques du conducteur de descente doivent être proscrites.

Tous les conducteurs doivent être connectés entre eux à l'aide de colliers ou raccords de nature identique, de soudures ou d'un brasage.

Il convient de protéger les conducteurs de descente contre tout risque de choc mécanique, à l'aide de fourreaux de protection, jusqu'à une hauteur d'au moins **2 m au-dessus du niveau du sol**.

6.4.4.3 Matériaux et dimensions

Les matériaux et dimensions des conducteurs de descente devront respecter les prescriptions de la norme NF EN 62561.

Le tableau ci-dessous extrait de cette norme donne des exemples de matériau, configuration et section minimale des conducteurs de capture, des tiges et des conducteurs de descente.

Matériau	Configuration	Section minimale
Cuivre, cuivre étamé, acier galvanisé à chaud, acier inoxydable	Plaque pleine (épaisseur min. 2 mm)	50 mm ²
Aluminium	Plaque pleine (épaisseur min. 3 mm)	70 mm ²

Tableau 24 : Nature des conducteurs de descente

6.4.4.4 Joint de contrôle

Chaque conducteur de descente doit être muni d'un joint de contrôle permettant de déconnecter la prise de terre pour procéder à des mesures.

Les joints de contrôle sont en général installés sur les conducteurs de descente en partie basse.

Pour les conducteurs de descente installés sur des parois métalliques ou les SPF non équipés de conducteurs de descente spécifiques, des joints de contrôle doivent être insérés entre chaque prise de terre et l'élément métallique auquel la prise de terre est connectée. Ils sont alors installés à l'intérieur d'un regard de visite (conforme à la NF EN 62561) comportant le symbole prise de terre.

6.4.4.5 Compteur de coups de foudre

Selon l'article 21 de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, les agressions de la foudre sur site doivent être enregistrées. Afin de comptabiliser les impacts de la foudre plusieurs solutions peuvent être envisagées :

- Un compteur de coups de foudre sur le conducteur de descente le plus direct du paratonnerre,
- Un compteur de coups de foudre au niveau du parafoudre de type 1 dans le TGBT,
- Un abonnement de télécomptage à Météorage.

Dans notre cas, la solution retenue est le compteur de coups de foudre sur le conducteur de descente le plus direct du paratonnerre. Il doit être situé de préférence juste au-dessus du joint de contrôle et être conforme à la NF EN 62561. Il faut au minimum **un compteur par paratonnerre**.

6.4.4.6 Autorisation d'intervention à proximité des réseaux

Au regard des obligations à respecter au titre de la réglementation applicable aux travaux exécutés à proximité d'ouvrages souterrains ou aériens (Code de l'environnement) et conformément à la norme NF S70-003-1 d'application obligatoire, le responsable de projet peut faire le choix d'une procédure de DT-DICT conjointe lorsque le projet concerne une opération unitaire dont la zone d'intervention géographique est très limitée et dont le temps de réalisation est très court.

L'entreprise qui réalisera l'installation devra, dans le cadre du marché privé ou public, effectuer la procédure de déclaration DT/DICT conjointe au moyen de tout formulaire et document nécessaires conformément à la réglementation en vigueur. De même, ses intervenants devront être qualifiés AIPR, afin de respecter la réglementation.

6.4.4.7 Prise de terre PDA

Une prise de terre de type B (boucle) peut être réalisé si **le fond de fouille est supérieur ou égal à 50mm²**, sinon il y aura lieu de prévoir **une prise de terre type A au bas de chaque descente**.

Au total, **15 prises de terre** devront être créées afin de relier les installations à la terre.

Les prises de terre type A doivent satisfaire les exigences suivantes :

- la valeur de résistance mesurée à l'aide d'un équipement classique doit être la plus basse possible (**inférieure à 10 Ω**). Cette résistance doit être mesurée au niveau de la prise de terre isolée de tout autre composant conducteur.

- éviter les prises de terre équipées d'un composant vertical ou horizontal unique excessivement long (> 20 m) afin d'assurer une valeur d'impédance ou d'inductance la plus faible possible.

Deux configurations sont possibles pour réaliser une prise de terre **type A** :

➤ Patte d'oie

La prise de terre sera disposée sous forme de patte d'oie de grandes dimensions et enterrée à une profondeur minimum de 50 cm à l'aide de conducteurs de même nature et section que les conducteurs de descente, à l'exception de l'aluminium,

Exemple : trois conducteurs de 7 m à 8 m de long, enterrés à l'horizontale, à une profondeur minimum de 50 cm.

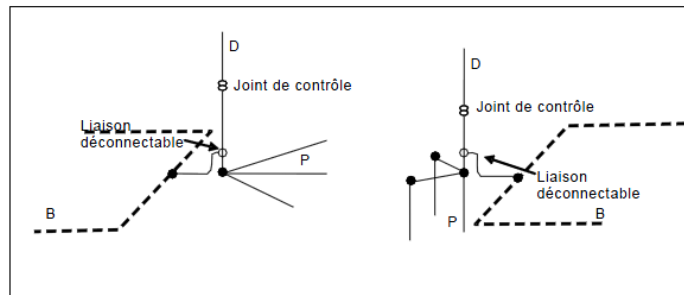
➤ Prise de terre ligne ou triangle

Chaque prise de terre type A sera composée de plusieurs électrodes verticales de longueur totale **minimum de 5 m (6m pour les PDA)** à une profondeur minimum de **50 cm** :

- disposées en ligne ou en triangle et séparées les unes des autres par une distance égale à au moins la longueur enterrée ;

- interconnectées par un conducteur enterré identique au conducteur de descente ou aux caractéristiques compatibles avec ce dernier.

Le nombre minimal d'électrode de terre doit être de deux.



D : conducteurs de descente
B : boucle au niveau des fondations du bâtiment
P : mise à la terre du SPF à dispositif d'amorçage

Figure 5 : Schéma de principe « prise de terre »

Pour les prises de terre selon NF EN 62305-3,

Configuration de la prise de terre **Type B** :

Cette disposition comprend soit une boucle extérieure à la structure en contact avec le sol sur une longueur d'au moins 80 % de la boucle, soit une prise de terre à fond de fouille, à condition qu'elle soit constituée d'un conducteur de 50 mm². De plus, lorsqu'il s'agit d'une installation en PDA, il convient que chaque conducteur de descente soit au moins connecté à une électrode horizontale de longueur 4 m minimum ou à une électrode verticale de longueur 2 m minimum.

Il convient que la prise de terre en boucle soit, de préférence, enterrée à **au moins 0,5 m de profondeur et à au moins 1 m à l'extérieur des murs**.

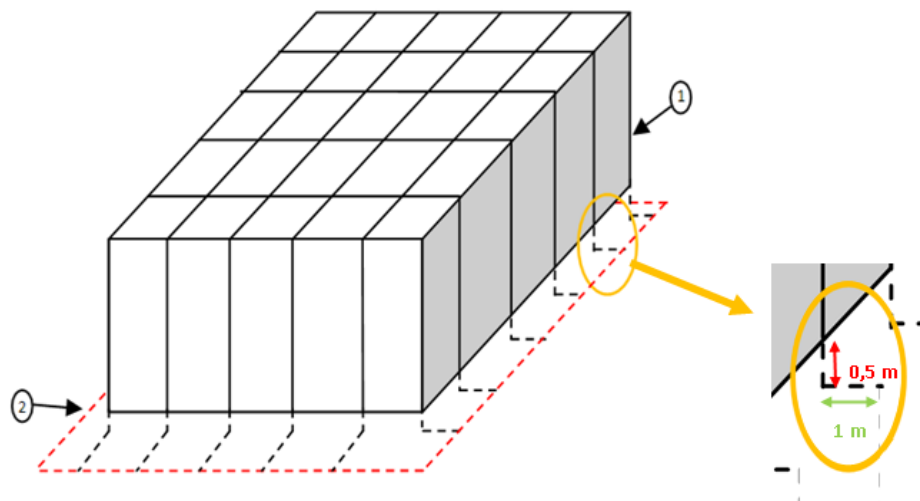


Schéma de principe « prise de terre type B »

Les matériaux et dimensions des électrodes de terre devront respecter les prescriptions de la norme NF EN 62561.

Le tableau ci-dessous extrait de cette norme donne des exemples de matériau, configuration et dimensions minimales des électrodes de terre.

Matériau	Configuration	Dimensions minimales			Observations
		Tige de terre Ø mm	Conducteur de terre	Plaque de terre mm	
Cuivre	Torsadé ³⁾	15 ⁸⁾ 20	50 mm ²	500 x 500 600 x 600	Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
	Rond plein ³⁾		50 mm ²		Diamètre 8 mm
	Plaque pleine ³⁾		50 mm ²		Epaisseur min. 2 mm
	Rond plein				Epaisseur min. paroi 2 mm
	Tuyau				Epaisseur min. 2 mm
	Plaque pleine				
	Plaque torsadée				25 mm x 2 mm section Configuration de longueur minimale d'une plaque torsadée: 4,8 m
Acier	Rond plein galv. ^{1). 2)}	16 ⁹⁾	Diamètre 10 mm	500 x 500 600 x 600	Epaisseur min. paroi 2 mm
	Tuyau galv. ^{1). 2)}	25			Epaisseur min. 3 mm
	Bande pleine galv. ¹⁾		90 mm ²		Epaisseur min. 3 mm
	Plaque pleine galv. ¹⁾				30 mm x 3 mm section
	Treillis galv. ¹⁾				250 µm rayon minimum
	Rond cuivre plein revêtu ⁴⁾	14			Revêtement Cu de 99,9 %
	Rond plein nu ⁵⁾		Diamètre 10 mm		Epaisseur min 3 mm
	Nu ou galv. plaque pleine ^{5). 6)}		75 mm ²		Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
Torsadé galv. ^{5) 6)}		70 mm ²			
Profilé galvanisé en croix ¹⁾	50 x 50 x 3				
Acier inoxydable ⁷⁾	Rond plein	15	Diamètre 10 mm		
	Plaque pleine		100 mm ²		Epaisseur min. 2 mm

Tableau 25 : Nature des prises de terre selon la norme

6.4.4.8 Dispositions complémentaires pour les prises de terre

Lorsque la résistivité élevée du sol empêche d'obtenir une résistance de prise de terre inférieure à 10Ω à l'aide des mesures de protection normalisées ci-avant, les dispositions complémentaires suivantes peuvent être utilisées :

- ajout d'un matériau naturel non corrosif de moindre résistivité autour des conducteurs de mise à la terre ;
- ajout d'électrodes de terre à la disposition en forme de patte d'oie ou connexion de ces dernières aux électrodes existantes ;
- application d'un enrichisseur de terre conforme à la NF EN 62561-7 ;

Lorsque l'application de toutes les mesures ci-dessus ne permettent pas d'obtenir une valeur de résistance inférieure à 10Ω , il peut être considéré que la prise de terre de Type A assure un écoulement acceptable du courant de foudre lorsqu'elle comprend une longueur totale d'électrode enterrée d'au moins :

- 160 m pour le niveau de protection I ;
- **100 m pour les niveaux de protection II, III et IV.**

Dans tous les cas, il convient que chaque élément vertical ou horizontal ne dépasse pas 20 m de long.

La longueur nécessaire peut être une combinaison d'électrodes horizontales (longueur cumulée $L1$) et d'électrodes verticales (longueur cumulée $L2$) avec l'exigence suivante :

$$160 \text{ (respectivement } 100 \text{ m)} < L1 + 2xL2$$

Pour une prise de terre de Type B, lorsqu'une valeur de 10 ohms ne peut être obtenue, il convient que la longueur cumulée des n électrodes supplémentaires soit de :

- 160 m pour le niveau de protection I (respectivement 100 m pour les autres niveaux de protection) pour une électrode horizontale ;
- 80 m pour le niveau de protection I (respectivement 50 m pour les autres niveaux de protection) pour les électrodes verticales ;
- ou une combinaison telle qu'expliquée ci-avant pour une prise de terre de Type A.

6.4.4.9 Equipotentialité des prises de terres

Il convient de connecter les prises de terre au fond de fouille du bâtiment (ou aux terres des masses électriques si leur section est suffisante et si acceptées au préalable par la maîtrise d'ouvrage) à l'aide d'un conducteur normalisé (voir NF EN 62561) par un dispositif déconnectable situé de préférence dans un regard de visite comportant le symbole « *Prise de terre* ».

6.4.4.10 Condition de proximité

Les composants de la prise de terre du SPF à dispositif d'amorçage doivent être à au moins **2 m de toute canalisation métallique ou canalisation électrique enterrée** si ces canalisations ne sont pas connectées d'un point de vue électrique à la liaison équipotentielle principale de la structure.

Pour les sols dont la résistivité est supérieure à 500 Ω m, la distance minimum est portée à 5 m.

6.4.4.11 Tension de contact et de pas

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

- La probabilité pour que les personnes s'approchent et la durée de leur présence à l'extérieur de la structure et à proximité des conducteurs de descente est très faible.
- Les conducteurs naturels de descente sont constitués de plusieurs colonnes de la structure métallique de la structure ou de plusieurs poteaux en acier interconnectés, assurant leur continuité électrique.
- La résistivité de la couche de surface du sol, jusqu'à 3 m des conducteurs de descente, n'est pas inférieure à 5 k Ω m.

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

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

Dans notre cas, la solution la plus adapté est la mise en place de pancarte d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m.

6.5 Mise à la terre des canalisations

Il est rappelé que toutes les canalisations métalliques entrantes et sortantes devront être raccordées au réseau de terre et de masse du bâtiment à leur point de pénétration (liaisons avec les remontées de prise de terre de préférence) suivant le principe de la figure suivante. Ces liaisons d'interconnexion au réseau de terre du bâtiment sont notamment à faire au niveau des canalisations métalliques transportant des produits à risque (canalisations de gaz combustible et médicaux en particulier)

Ces liaisons devront se faire par l'intermédiaire d'un conducteur normalisé NF EN 62305-3.

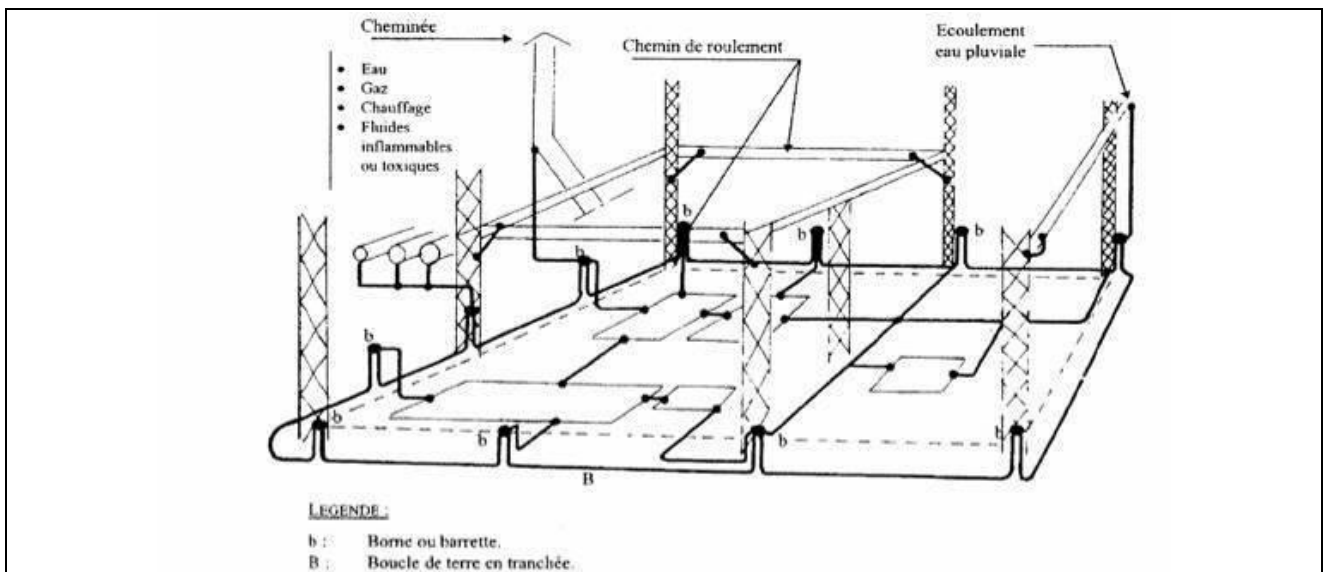


Figure 6 : Principe général de mises à la terre

Zone	Nom	Nature	Mise à la terre
Nouvelle unité DIS	Canalisations Sprinkler poste Sprinkler	A définir	A réaliser si acier
	Canalisations Sprinkler poste dépotage	Acier	A réaliser
	Canalisations Sprinkler cuvette	Acier	A réaliser
	Canalisations produits dangereux vers usine : - Solvants, - Air, - Huiles	Acier	A réaliser
Nouveau Four K6	Canalisations fluides dangereux	Acier	A réaliser
	Canalisations produits dangereux depuis DIS	Acier	A réaliser
	Canalisations sprinkler depuis DIS	Acier	A réaliser
	Canalisations Fuel	Acier	A réaliser
Fours 4-5	Canalisations Fuel	Acier	A réaliser
Cuve fuel 30000L	Canalisations vers fours	Acier	A réaliser
Nouvelle unité CSR	Canalisations sprinkler depuis DIS	Acier	A réaliser

Tableau 26 : Canalisations entrantes

7. TRAVAUX A REALISER – EFFETS INDIRECTS DE LA Foudre

Les résultats de l'analyse de risque aboutissent à une **protection obligatoire** contre les **effets indirects de niveau I, II et III** sur certaines nouvelles installations de la cimenterie de **Lumbres**.

Une protection devra être mise en place :

- Au niveau de l'alimentation générale des bâtiments équipés de paratonnerres conformément aux obligations des normes NF EN 62305-4 et du guide UTE C 15-443.
- Sur les Équipements Importants Pour la Sécurité.
- Sur les canalisations conductrices provenant de l'extérieur des bâtiments (équipements en toiture, réseaux électriques, ...).

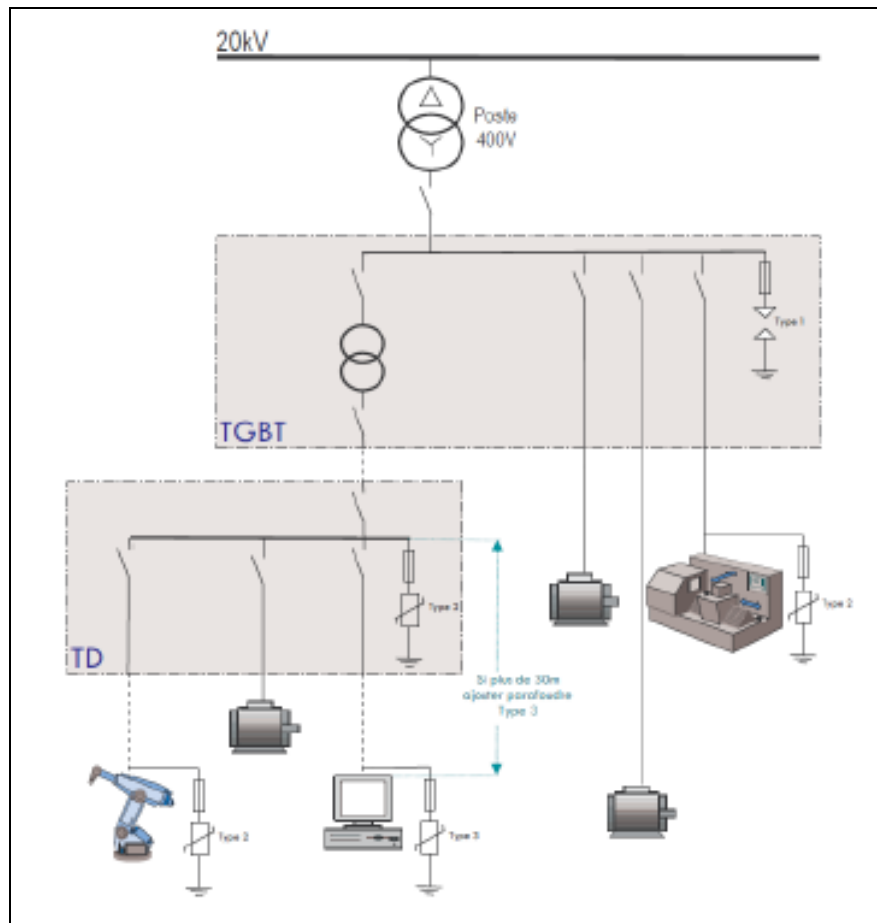


Figure 7 : Principe de protection par parafoudres

Nous préconisons :

Bâtiment	Armoire	Préconisation
<i>Local technique DIS / Poste Spinkler</i>	<i>TGBT 400</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
	<i>TGBT 220</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
	<i>TGBT Ondulé</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
<i>Poste DIS</i>	<i>TD</i>	Implantation de câbles écrantés entre les équipements et le local technique DIS
<i>Cuvette DIS</i>	<i>TD</i>	Implantation de câbles écrantés entre les équipements et le local technique DIS
<i>Four K6</i>	<i>Ensemble des TGBT 400/ 220V issus de postes HT/BT</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
	<i>TGBT Ondulés</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
	<i>TGBT refroidisseur Clinker</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
	<i>TGBT Silo de stockage Clinker</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
<i>Bâtiment Stockage CSR</i>	<i>Ensemble des TGBT 400/ 220V</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
<i>Crush and Storage elec room</i>	<i>Ensemble des TGBT 400/ 220V</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
<i>Feed Bins elec room</i>	<i>Ensemble des TGBT 400/ 220V</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
<i>Hammer mill elec room</i>	<i>Ensemble des TGBT 400/ 220V</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
<i>Main sub-station and kiln line elec room</i>	<i>Ensemble des TGBT 400/ 220V</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
<i>Cooler/clinker handling and afr elec room</i>	<i>Ensemble des TGBT 400/ 220V</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
<i>Local incendie Usine</i>	<i>Motopompe Sprinkler et Surpresseur RIA</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
<i>Bâtiment de contrôle</i>	<i>TD Salle serveurs</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2
	<i>Salle de contrôles</i>	Installation d'un Parafoudre de type 1+2

Tableau 27 : Protection type 1

Bâtiment	Armoire	Préconisation
<i>Four K6</i>	<i>Auxiliaires Groupe électrogène</i>	Installation d'un parafoudre de type 2 (si écarté de plus de 10 mètres filaire d'un parafoudre de type 1+2)
	<i>Onduleur</i>	
<i>Local technique DIS</i>	<i>Onduleur</i>	
	<i>Détecteur d'orage</i>	
	<i>Motopompes / Surpresseur</i>	
<i>Ensemble du site</i>	<i>EIPS /MMR non identifiés</i>	

Tableau 28 : Protection type 2

Bâtiment	Installation	Préconisation
<i>Poste et cuvette DIS</i>	Détecteurs fumée, gaz et UVIR	Parafoudres CFA de type 1 ou implantation de câbles écrantés entre les équipements et le local technique DIS

Tableau 29 : Protection CFA

7.1 Protection des courants forts

7.1.1 Détermination des caractéristiques des parafoudres type I et I + II

Ces protections sont conçues pour être utilisées sur des installations où le « risque foudre » est très important, notamment en présence de paratonnerre sur le site. Ces parafoudres doivent être soumis aux essais de classe I, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350 µs, représentatives du courant de foudre généré lors d'un impact direct.

Pour le dimensionnement des parafoudres de **TYPE 1**, la norme NF EN 62305 -1 précise que lorsque le courant de foudre s'écoule à la terre, il se divise en 2 :

- ⇒ 50 % vers les prises de terre ;
- ⇒ 50 % dans les éléments conducteurs et les réseaux pénétrant dans la structure.

Calcul du courant I_{imp} des parafoudres de type 1 (et type 1+2) :

Le courant I_{imp} est le courant que doit pouvoir écouler le parafoudre de type 1 sans être détruit.

Les parafoudres protégeant les lignes extérieures doivent avoir une tenue en courant compatible avec les valeurs maximales de la partie de courant de foudre qui va s'écouler à travers ces lignes.

Il dépend de :

- la moitié du courant crête du coup de foudre défini dans la NF EN 62305-1 (donné dans le tableau ci-dessous en fonction du niveau de protection).

I (kA)	P	Niveau de protection
100	0,05	IV et III
150	0,02	II
200	0,01	I
300	0,005	I+
400	0,002	I++
600	0,001	I+++

Tableau 30: Valeurs du courant de foudre direct I_{imp} maxi

- du nombre de pôles.

Ce courant est donné par la formule suivante :

$$I_{imp} = \frac{0,5}{n \times m} \times I_{imp} \text{ max}$$

Où n est le nombre de réseaux rentrants incluant câbles électriques (excepté les lignes téléphoniques) et conduites métalliques et m nombre de pôles du câble électrique concerné.

	Four K6	Unité DIS	Stockage CSR	Installations annexes
Régime de neutre	IT	IT	IT	IT
Pour le n	5	2	3	2
Pour le m	3	3	3	3
n x m=	15	6	9	6
Calcul niveau IV et III (0,5 / (n x m)) x 200 =	/	/	11,1	/
Calcul niveau IV et III (0,5 / (n x m)) x 150 =	/	12,5	/	/
Calcul niveau IV et III (0,5 / (n x m)) x 100 =	3,33	/	/	8,33

Tableau 31 : Calcul du I_{imp}

La norme NF C 15100 impose un minimum de **12,5 kA**.

On retrouve ainsi les résultats suivants :

Caractéristiques :

- Régime de neutre : **IT**
- Tension maximale en régime permanent : **U_c ≥ 400V**
- Intensité de court-circuit à respecter : **I_{cc} ≥ I_{k3}**
- Courant maximum de décharge (onde 10/350 μs) : **I_{imp} ≥ 12,5 kA**
- Niveau de protection : **U_p ≤ 1,5 kV**

Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

7.1.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II

La protection de Type 2, est dédiée à la protection contre les effets indirects de la foudre et a pour but de limiter la tension résiduelle de la protection primaire.

Il est donc **obligatoire** de prévoir l'installation, au niveau des armoires secondaires ou TD alimentant des équipements liés au MMR des parafoudres de Type 2 conformément à la norme **NF EN 62-305-4**.

Ces protections sont destinées à être installées à proximité des équipements sensibles. Ces parafoudres sont soumis à des tests en onde de courant 8/20µs (essais de classe II).

Ces parafoudres de type II sont à placer en **coordination** avec les parafoudres de type I (type I+II) implantés en amont.

En cas d'absence d'armoire divisionnaire à proximité des équipements à protéger, des coffrets parafoudre devront être installés.

Calcul du courant In des parafoudres de type 2 :

- **Evaluation du niveau d'exposition aux surtensions de foudre**

Le niveau d'exposition aux surtensions de foudre dénommé F est évalué par la formule suivante :

$$F = Nk (1,6 + 2.LBT + \delta)$$

Où :

- **Nk** : est le niveau kéraunique local, (**Nsg x 10**)
- **LBT** : est la longueur en km de la ligne BT aérienne alimentant l'installation.
 - o Pour des valeurs supérieures ou égales à 0,5 km, on retient LBT = 0,5.
- **δ** : est un coefficient prenant en compte la situation de la ligne aérienne et celle du bâtiment.
 - o La valeur de δ est donnée dans le tableau ci-dessous.

Situation de la ligne aérienne (BT) et du bâtiment	Complètement entouré de structures	Quelques structures à proximité ou inconnue	Terrain plat ou découvert	Sur une crête, présence de plan d'eau, site montagneux
δ	0	0,5	0,75	1

Tableau 32: Valeurs de δ selon la situation de la ligne aérienne et du bâtiment

Application de la formule :

$$F = 5,7 \times (1,6 + (2 \times 0) + 0)$$

Soit : F = 9,12.

Le paramètre F est donc égal à 9,12 pour ce site.

– **Choix de In**

A l'origine d'une installation alimentée par le réseau de distribution publique, le courant nominal de décharge In recommandé est de 5 kA pour les parafoudres de type 2.

Une valeur plus élevée donnera une durée de vie plus longue.

Le tableau ci-dessous permet d'optimiser le choix de In en fonction du paramètre F :

Estimation du risque F	In (kA)
$F \leq 40$	5
$40 < F \leq 80$	10
$F > 80$	20

Tableau 33: Choix de In dans le cas des parafoudres de type 2

	Bâtiment
In (kA)	5 kA

Tableau 34: Résumé du In pour les bâtiments du site

Caractéristiques :

- Régime de neutre : **IT**
- Tension maximale en régime permanent **Uc ≥ 400V**
- Intensité de court-circuit à respecter : **Icc ≥ Ik3**
- Courant nominal de décharge (onde 8/20 μs) **In ≥ 5 kA**
- Niveau de protection **Up ≤ 1,5 kV**

7.1.3 Raccordement

Les parafoudres seront raccordés au niveau du jeu de barres principal de l'armoire.

Le raccordement devra être réalisé de la manière la plus courte et la plus rectiligne possible afin de réduire la surface de boucle générée par le montage des câbles phases, neutre et PE.

La longueur cumulée de conducteurs parallèles de raccordement du parafoudre au réseau devra être **strictement inférieure à 0,50 m (L1+L2+L3)**.

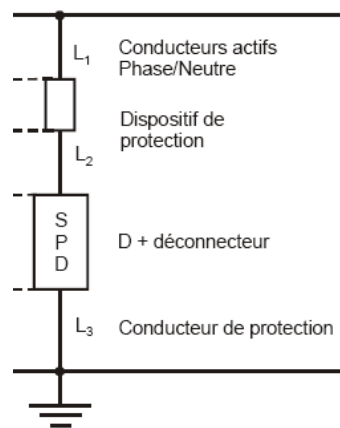


Figure 8 : Principe de câblage d'un parafoudre

La mise en œuvre doit être réalisée conformément au guide UTE C 15-443 et à la norme NF EN 62305-4.

7.1.4 Dispositif de deconnexion

Il est prévu un dispositif de protection contre les courants de défaut et les surintensités (Fusibles, disjoncteurs...). Ce dispositif doit respecter les exigences mentionnées par le fabricant du parafoudre installé.

Le dispositif de protection devra permettre une bonne tenue aux chocs de foudre, ainsi qu'une résistance aux courants de court-circuit adaptée et devra garantir la protection contre les contacts indirects après destruction du parafoudre. Une signalisation par voyant mécanique indique le défaut et/ou un contact inverseur permet d'assurer le report d'alarme à distance.

L'installateur devra dimensionner le dispositif de protection en fonction de la note conjointe Qualifoudre / F2C sur les dispositifs de protection en amont des parafoudres et des recommandations des fabricants de parafoudres.

Pour information, vous trouverez ci-après le document « processus de choix et installation des déconnecteurs des parafoudres de type 1 » établi selon cette note.

La tenue du Dispositif de Protection contre les SurIntensités de l'Installation (DPSI) en onde 10/350, n'est généralement pas connue du fabricant. Aussi le cas idéal de choix est le suivant :

- Cas 1 : Installation des parafoudres en amont du DPSI. (Cf. document). Dans ce cas la protection foudre, la sécurité électrique, et la continuité de service sont assurées.

Pour autant l'installation des parafoudres peut être difficile, contraignante à réaliser : obligation d'intervention sous tension ou coupure du poste d'alimentation...

Si le cas 1 ne s'avère pas réalisable, le cas 2 doit être envisagé, avec une inconnue qui subsiste sur le comportement du DPSI en cas de surtension vis-à-vis des critères de sécurité électrique et de continuité de service (étant donné sa présence en amont du parafoudre et son déconnecteur).

Cette inconnue existait déjà avant l'implantation de parafoudres dans l'installation électrique.

Cas 2 ou cas 2 b (Cf. document). Dans ce cas, la protection foudre est assurée, la sécurité électrique et la continuité de service sont inconnues.

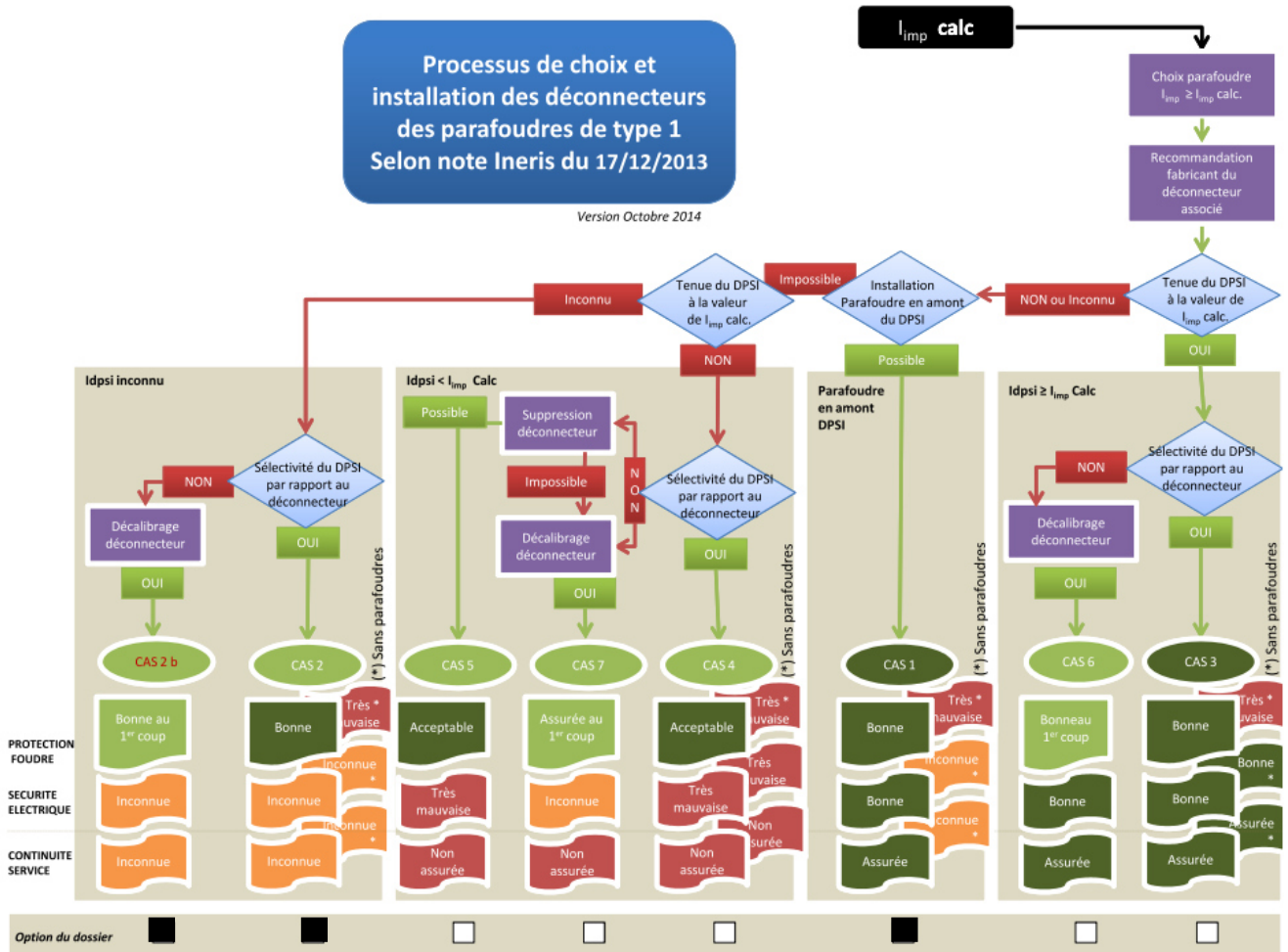


Figure 9 : Dispositifs de déconnexion des parafoudres de type 1

7.2 Protection des lignes de télécommunication

7.2.1 Protection par parafoudre

Ces parafoudres doivent être conformes aux normes NF EN 61643-21 et -22.

Ils sont adaptés aux exigences des différents réseaux entrant dans la structure à protéger :

- Réseau **Telecom** : protection des équipements PABX, modems, terminaux, ...
- Réseau **industriel** : protection d'automates, systèmes de télégestion, télétransmetteurs, sondes, capteurs, servomoteurs, centrales de contrôle d'accès, d'incendie, ...
- Réseau **informatique** : protection des réseaux inter-bâtiment

Le tableau E.2 de l'annexe E de la NF EN 62305 -1 donne, pour les réseaux de **communication**, les surintensités de foudre susceptibles d'apparaître lors des impacts de foudre.

Le courant impulsionnel de foudre (I_{imp} – onde 10/350 μs) des parafoudres doit être $>$ ou $=$ aux valeurs reprises ci-dessous en fonction des niveaux de protection.

Niveau de protection N_p	
I-II	III-IV
I_{imp} minimum du parafoudre (en kA) en onde 10/350 μs	
10	20

Tableau 35 : Valeur de l' I_{imp}

Pour les réseaux écrantés, ces valeurs peuvent être réduites d'un facteur 0,5.

Pour la **sélection** de ces parafoudres, il faut tenir compte des paramètres suivants :

- Caractéristiques de la ligne à protéger : ISDN, ADSL
- Nombre de lignes à protéger
- Type d'installation souhaitée : boîtier mural, répartiteur, rail DIN,...
- Ergonomie : modules débrochables.

Des parafoudres courants faibles devront être installés au niveau des arrivées Télécom.

Pour ce faire, le maître d'ouvrage devra donner à l'installateur le nombre et les caractéristiques des lignes à protéger (type de signal, tension, ...), sans quoi ces protections ne pourront être chiffrées et installées.

Les paires non utilisées ainsi que le support métallique de la tête de ligne devront être mis à la terre.

7.2.2 Protection par écrantage de ligne

Afin de pallier à l'installation en grande quantité de parafoudres sur les lignes courants faibles identifiées, il est possible de mettre en place des câbles écrantés / blindés entre l'émetteur et le récepteur à protéger conformément à la NF EN 62 305.

Les câbles écrantés / blindés sont reliés à la terre aux deux extrémités de la ligne et le risque d'impact directe de la foudre sur les câbles devra être absent.

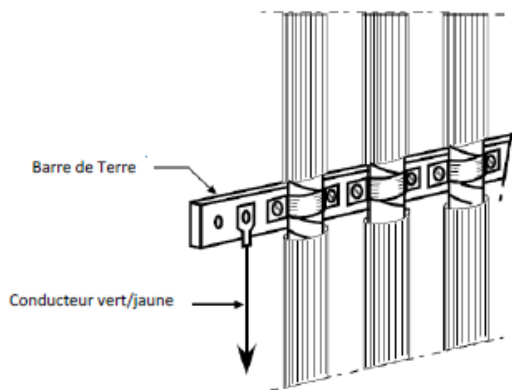


Figure 10 : Mise à la terre de câble écrantés

8. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX

Cette étude évoque également l'aspect prévention vis-à-vis des risques foudre en présence de personnel exposé aux orages ou lors de manipulation de produits et/ou matériels dangereux.

Selon l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, « les enregistrements des agressions de la foudre sont datés et si possible localisés sur le site », et « tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre (... coup de foudre...) sont consignés dans le carnet de bord ».

Pour permettre de manière fiable de faire évacuer les zones ouvertes, le système d'alerte, à l'approche d'un front orageux, peut-être :

- Soit un service local de détection des orages et/ou fronts orageux par réseau national METEOFRANCE,



- Soit un système local de détection par moulin à champ type Détectstorm ou équivalent.



En effet, lors de l'approche ou de la formation d'une cellule orageuse, le champ électrostatique au sol varie de façon importante (de 150 V/m à 15Kv/m en période orageuse).

Un dispositif (moulin à champ) mesure localement cette variation et informe le décideur sur la façon de gérer cette situation à risque.

Une fiche d'enregistrement pour chaque appel sera remplie et les datations du début et de fin d'alerte précisées. Une procédure sera alors mise en place et tout dépotage interdit jusqu'à la levée de l'alerte.

Cette procédure d'alerte foudre devra être régulièrement effectuée (nombre important de fiches remplies par an) par liaison téléphonique rendant pratiquement nulle la probabilité d'inflammation de zones explosibles sur l'aire de déchargement.

Ces fiches remplies régulièrement apporteront une bonne traçabilité des évènements utiles lors d'investigations nécessaires après d'éventuels dysfonctionnements rencontrés. En cas de sinistres graves, ces éléments apportent une aide précieuse lors d'une enquête administrative ou judiciaire.

Mesure de prévention à mettre en place :

Afin de maintenir la procédure de prévention actuellement présente sur la zone de dépotage du DIS, le détecteur d'orage présent sur le local technique DIS devra être conservé et réimplanté sur la nouvelle unité DIS en projet. En cas d'alerte foudre, le dépotage devra être interdit et une information devra être transmise au poste de contrôle centrale de l'usine.

9. REALISATION DES TRAVAUX

La mise en œuvre des préconisations doit être réalisée par une société spécialisée et agréée



« Installation de paratonnerres et parafoudres ».

La qualité de l'installation des systèmes de protection est essentielle pour assurer une efficacité de la protection foudre. L'entreprise devra fournir son attestation Qualifoudre à la remise de son offre.

La marque Qualifoudre :

La marque QUALIFOUDRE identifie les sociétés compétentes dans le domaine de la foudre. Elle est attribuée depuis 2004 aux fabricants, aux bureaux d'études, aux installateurs et aux vérificateurs d'installations de protection.

Le label QUALIFOUDRE permet aux professionnels de la foudre de répondre aux exigences réglementaires de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

10. VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS

10.1 Vérification initiale

Dès la réalisation d'une installation de protection contre la foudre, une vérification finale destinée à s'assurer que l'installation est conforme aux normes doit être faite avant 6 mois et comporter :

- Nature, section et dimensions des organes de capture et de descente,
- Cheminement de ces différents organes,
- Fixation mécanique des conducteurs,
- Respect des distances de séparation,
- Existence de liaisons équipotentielles,
- Valeurs des résistances des prises de terre (par le maître d'œuvre),
- Etat de bon fonctionnement des têtes ionisantes pour les PDA (éventuels),
- Interconnexion des prises de terre entre elles.
- Vérification des parafoudres (câblage, section, ...).

Pour certaines, ces vérifications sont visuelles. Pour les autres, il faudra s'assurer des continuités électriques par des mesures (maître d'œuvre).

Le maître d'œuvre devra, au préalable, mettre à la disposition de l'inspecteur réalisant la vérification le dossier d'ouvrage exécuté (D.O.E.) correspondant aux travaux réalisés par ses soins : cheminements des liaisons de masses, implantation des parafoudres dans les armoires respectant toutes les recommandations de l'Etude Technique.

10.2 Vérifications périodiques

La NF EN 62 305-3 prévoit des vérifications périodiques en fonction du niveau de protection à mettre en œuvre sur la structure à protéger en présence de protection extérieure :

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

NOTE. Pour les structures avec risque d'explosion, une inspection complète est suggérée tous les 6 mois. Il convient d'effectuer des essais une fois par an.
Une exception acceptable à l'essai annuel peut être un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des mesures de prise de terre en diverses saisons.

Tableau 36 : D'après NF EN 62 305-3

Les intervalles entre vérifications donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le cas du site **EQIOM de Lumbres (62)**, l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

Chaque vérification périodique doit faire l'objet d'un rapport détaillé reprenant l'ensemble des constatations et précisant les mesures correctives à prendre. Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts dans le système de protection contre la foudre, il convient d'y remédier dans les meilleurs délais afin de maintenir l'efficacité optimale du système de protection contre la foudre.

Note importante :

Les parafoudres sont des composants passifs que l'on finit souvent par oublier et sont rarement intégrés dans les opérations de maintenance des installations électriques.

10.3 Vérifications supplémentaires

Dans le cadre de l'application de la norme NF EN 62305-3, des vérifications supplémentaires des installations de protection contre la foudre peuvent être réalisées suite aux événements suivants :

- Travaux d'agrandissement du site,
- Forte période orageuse dans la région,
- Impact sur les installations protégées (procédure de vérification des compteurs de coups de foudre et établissement d'un historique),
- Impossibilité d'installer un système de comptage efficace, dès qu'un doute existe après une activité locale orageuse,
- Perturbations sur des contrôles/commandes ont été constatées, alors une vérification de l'état des dispositifs de protection contre les surtensions est nécessaire.

Toutes ces vérifications devront être annotées dans la Notice de Vérification et Maintenance fournie en annexe. Il conviendra de faire réaliser une mise à jour de cette dernière, une fois l'installation effectuée.

11. TABLEAU DE SYNTHÈSE

Installations/ Equipements	Travaux à mettre en œuvre
EFFETS DIRECTS	
Nouveau Four K6	Installation d'un SPF de niveau III , conformément au § 6 de cette Etude Technique
Nouveau Stockage CSR	Installation d'un SPF de niveau I , conformément au § 6 de cette Etude Technique
Nouvelle unité DIS	Installation d'un SPF de niveau II , conformément au § 6 de cette Etude Technique
Canalisations	Mise à la terre des canalisations selon le § 6.5
EFFETS INDIRECTS	
TGBT et TD	Mise en place de parafoudres type 1+2 de niveau I, II et III : onde 10/350 μ s, conformément au § 7 de cette étude technique
Tableaux divisionnaires et installations sensibles	Protection par parafoudres type 2 : onde 8/20 μ s, In 5 kA minimum et Up < 1,5 kV, conformément au § 7 de cette étude technique
Lignes de télécommunication, report d'alarme et ligne secours	Protection par parafoudres courant faible adapté, conformément au § 7 de cette étude technique.
PREVENTION	
Nouvelle unité DIS	Maintien du dispositif de détection d'orage sur le dépotage DIS

Tableau 37: Tableau de synthèse

Notre étude est construite sur la base que les installations (électriques, structurelles, mises à la terre, ...) sont conformes aux normes et législations en vigueur, qu'elles sont vérifiées et maintenues en état par le maître d'ouvrage.

NOTA :

« Une installation de protection contre la foudre, conçue et installée conformément aux présentes normes, ne peut assurer la protection absolue des structures, des personnes et des biens, et de l'Environnement. Néanmoins, l'application de celles-ci doit réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les équipements, les structures et les hommes ».

ANNEXE 1

Note de calcul distance de séparation

CALCUL DE LA DISTANCE DE SEPARATION

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s

Niveau de protection	I
Coefficient Ki	0,08

Nombre de conducteurs de descente	2
Coefficient Kc	0,75

Coefficient Km Air	1
Coefficient Km Béton, Briques	0,5

Coefficient I	35 m
---------------	------

PDA n°RDF

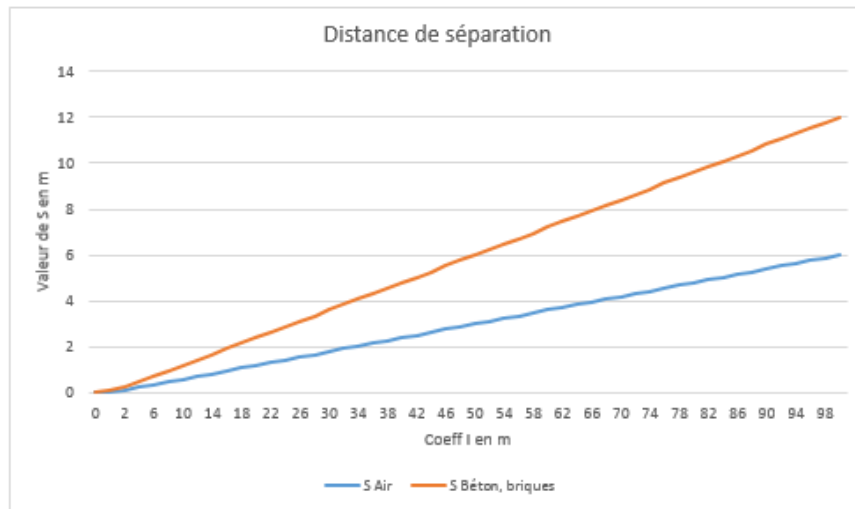
Niveau de protection	Ki
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	0,04

Nombre de conducteurs de descente	Kc
1	1
2	0,75
3	0,6
4 et +	0,41

Matériau	Km
Air	1
Béton, Briques	0,5

Calcul de S Air max	2,100 m
Calcul de S Béton, Briques max	4,200 m

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$$



NOTA: La distance de séparation est la distance minimale pour laquelle il n'y a pas formation d'étincelle dangereuse entre un conducteur de descente écoulant le courant de foudre et une masse conductrice voisine liée la terre. Pour qu'il y ait isolement au sens des étincelles dangereuses, il faut que la distance d séparant le système de protection contre la foudre de l'élément conducteur considéré, soit supérieur à s.

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s

Niveau de protection	II
Coefficient Ki	0,06

Nombre de conducteurs de descente	1
Coefficient Kc	1

Coefficient Km Air	1
Coefficient Km Béton, Briques	0,5

Coefficient l	25 m
---------------	------

PDA n°DIS

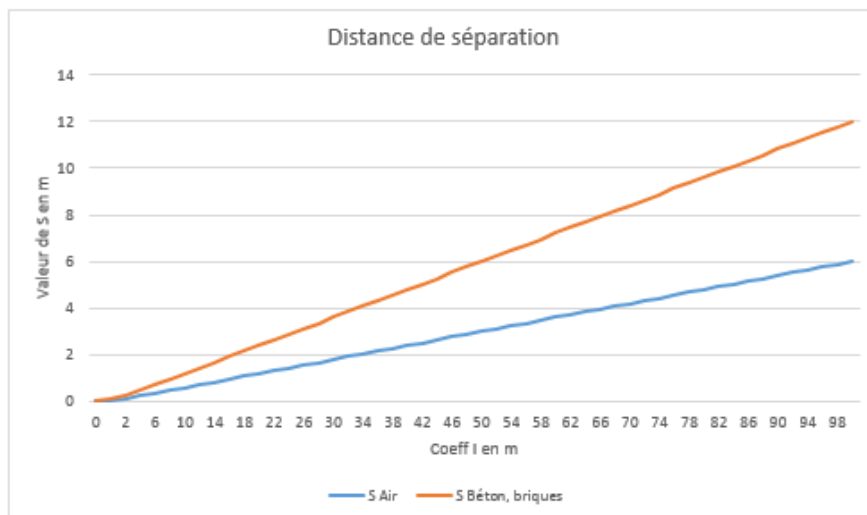
Niveau de protection	Ki
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	0,04

Nombre de conducteurs de descente	Kc
1	1
2	0,75
3	0,6
4 et +	0,41

Matériau	Km
Air	1
Béton, Briques	0,5

Calcul de S Air max	1,500 m
Calcul de S Béton, Briques max	3,000 m

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$$



NOTA: La distance de séparation est la distance minimale pour laquelle il n'y a pas formation d'étincelle dangereuse entre un conducteur de descente évacuant le courant de foudre et une masse conductrice voisine liée la terre. Pour qu'il y ait isolement au sens des étincelles dangereuses, il faut que la distance d séparant le système de protection contre la foudre de l'élément conducteur considéré, soit supérieur à s.

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s

Niveau de protection	III
Coefficient Ki	0,04

Nombre de conducteurs de descente	4
Coefficient Kc	0,41

Coefficient Km Air	1
Coefficient Km Béton, Briques	0,5

Coefficient I	115 m
---------------	-------

PDA n°TOUR FOUR

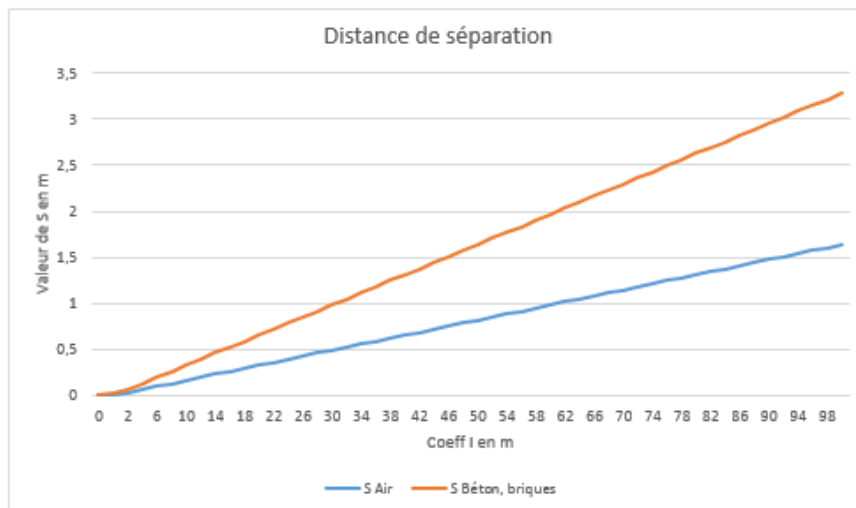
Niveau de protection	Ki
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	0,04

Nombre de conducteurs de descente	Kc
1	1
2	0,75
3	0,6
4 et +	0,41

Matériau	Km
Air	1
Béton, Briques	0,5

Calcul de S Air max	1,886 m
Calcul de S Béton, Briques max	3,772 m

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$$



NOTA: La distance de séparation est la distance minimale pour laquelle il n'y a pas formation d'étincelle dangereuse entre un conducteur de descente écoulant le courant de foudre et une masse conductrice voisine liée la terre. Pour qu'il y ait isolement au sens des étincelles dangereuses, il faut que la distance d séparant le système de protection contre la foudre de l'élément conducteur considéré, soit supérieur à s.

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s

Niveau de protection	III
Coefficient Ki	0,04

Nombre de conducteurs de descente	2
Coefficient Kc	0,75

Coefficient Km Air	1
Coefficient Km Béton, Briques	0,5

Coefficient I	35 m
---------------	------

PDA n° CENTRE FOUR

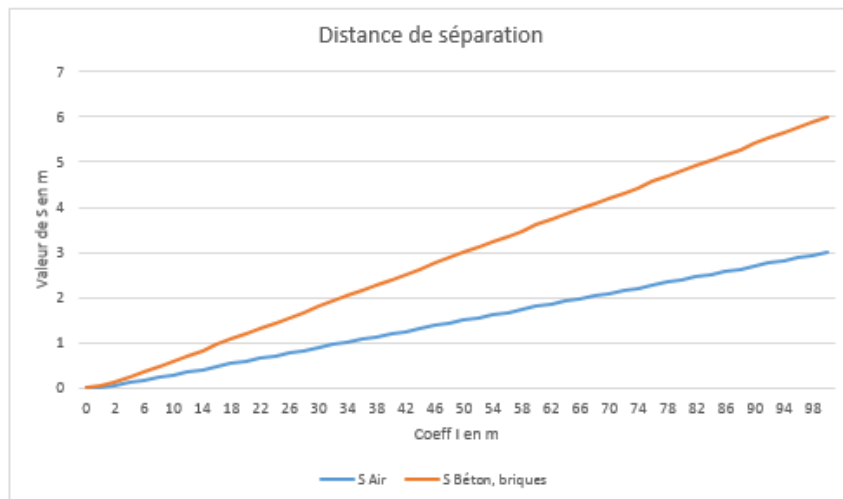
Niveau de protection	Ki
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	0,04

Nombre de conducteurs de descente	Kc
1	1
2	0,75
3	0,6
4 et +	0,41

Matériau	Km
Air	1
Béton, Briques	0,5

Calcul de S Air max	1,050 m
Calcul de S Béton, Briques max	2,100 m

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} I$$



NOTA: La distance de séparation est la distance minimale pour laquelle il n'y a pas formation d'étincelle dangereuse entre un conducteur de descente évacuant le courant de foudre et une masse conductrice voisine liée la terre. Pour qu'il y ait isolement au sens des étincelles dangereuses, il faut que la distance d séparant le système de protection contre la foudre de l'élément conducteur considéré, soit supérieure à s.

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s

Niveau de protection	III
Coefficient Ki	0,04

Nombre de conducteurs de descente	4
Coefficient Kc	0,41

Coefficient Km Air	1
Coefficient Km Béton, Briques	0,5

Coefficient I	85 m
---------------	------

PDA n° Silo Clinker

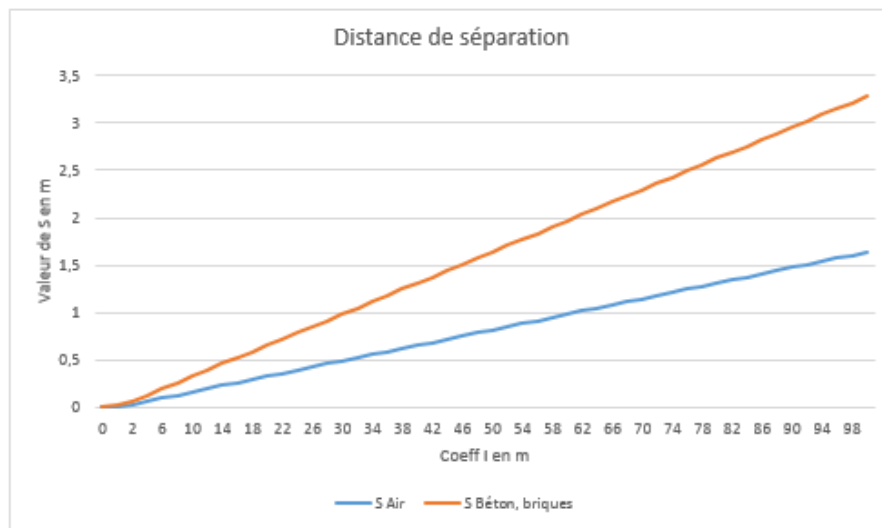
Niveau de protection	Ki
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	0,04

Nombre de conducteurs de descente	Kc
1	1
2	0,75
3	0,6
4 et +	0,41

Matériau	Km
Air	1
Béton, Briques	0,5

Calcul de S Air max	1,394 m
Calcul de S Béton, Briques max	2,788 m

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$$



NOTA: La distance de séparation est la distance minimale pour laquelle il n'y a pas formation d'étincelle dangereuse entre un conducteur de descente écoulant le courant de foudre et une masse conductrice voisine liée la terre. Pour qu'il y ait isolement au sens des étincelles dangereuses, il faut que la distance d séparant le système de protection contre la foudre de l'élément conducteur considéré, soit supérieur à s.

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s

Niveau de protection	III
Coefficient Ki	0,04

Nombre de conducteurs de descente	2
Coefficient Kc	0,75

Coefficient Km Air	1
Coefficient Km Béton, Briques	0,5

Coefficient l	40 m
---------------	------

PDA n°5

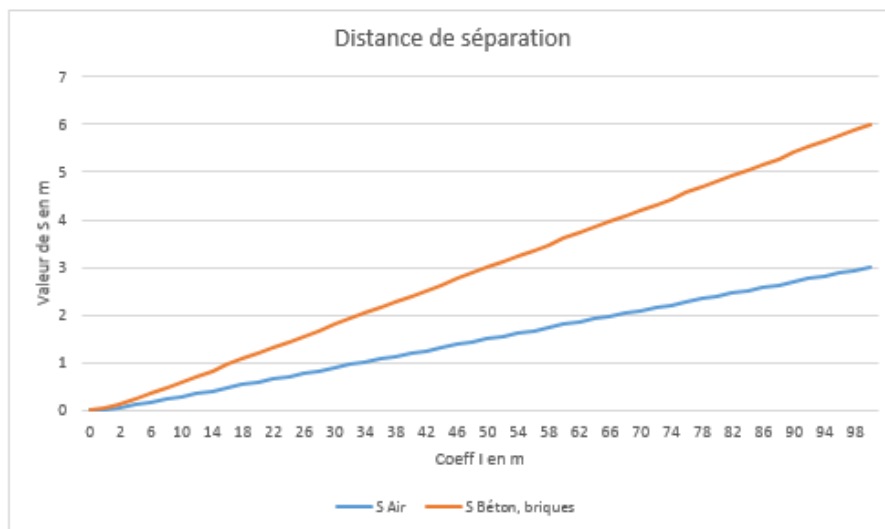
Niveau de protection	Ki
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	0,04

Nombre de conducteurs de descente	Kc
1	1
2	0,75
3	0,6
4 et +	0,41

Matériau	Km
Air	1
Béton, Briques	0,5

Calcul de S Air max	1,200 m
Calcul de S Béton, Briques max	2,400 m

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$$



NOTA: La distance de séparation est la distance minimale pour laquelle il n'y a pas formation d'étincelle dangereuse entre un conducteur de descente écoulant le courant de foudre et une masse conductrice voisine liée la terre. Pour qu'il y ait isolement au sens des étincelles dangereuses, il faut que la distance d séparant le système de protection contre la foudre de l'élément conducteur considéré, soit supérieur à s.



ANNEXE 2

Notice de Vérification et de Maintenance

**NOTICE DE VERIFICATION ET DE
MAINTENANCE**

EQIOM

**EXTENSION DE LA CIMENTERIE DE LUMBRES
(62)**

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : Martin GOIFFON Date : 30/08/2022 Visa 	Nom : Loïc JACQUEMOT Date : 30/08/2022 Visa 	B

333 cours du 3^{ème} Millénaire - 69800 SAINT-PRIEST - France
 Bâtiment Le Pôle – 2^{ème} étage
 Tél. +33 (0)4 37 41 16 10
info@rg-consultant.com - www.rg-consultant.com

8 Rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France
 Tél. +33 (0)6 79 97 46 02
info@rg-consultant.com - www.rg-consultant.com



SOMMAIRE

1. ORDRES DES VERIFICATIONS 4

1.1 PROCEDURE DE VERIFICATION 4

1.2 VERIFICATION DE LA DOCUMENTATION TECHNIQUE 4

1.3 VERIFICATIONS VISUELLES..... 4

1.4 VERIFICATIONS COMPLETES 5

1.5 DOCUMENTATION DE LA VERIFICATION 6

2. MAINTENANCE 7

2.1 REMARQUES GENERALES 7

2.2 PROCEDURE DE MAINTENANCE..... 8

2.3 DOCUMENTATION DE MAINTENANCE..... 8

3. DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE 9

3.1 INSTALLATIONS EXTERIEURES DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (I.E.P.F) 9

3.1.1 *Implantations des SPF*..... 9

3.1.1 *Caractéristiques des dispositifs de capture* 13

3.1.2 *Mise à la terre des canalisations*..... 13

3.2 INSTALLATIONS INTERIEURES DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (I.I.P.F) 14

4. NOTICE DE VERIFICATION 16

4.1 NOTICES DE VERIFICATION DES SYSTEMES DE PROTECTION Foudre (SPF) 16

4.2 NOTICE DE VERIFICATION DES PARAFoudRES..... 18

5. CARNET DE BORD 19

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
B	RGC 27 379	30/08/2022	Notice de vérification et de maintenance

GLOSSAIRE

ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

EIPS : Equipements Importants Pour la Sécurité

SPF : Système de Protection contre la Foudre

IEPF : Installation Extérieure de Protection contre la Foudre

IIPF : Installation Intérieure de Protection contre la Foudre

1. ORDRES DES VERIFICATIONS

1.1 Procédure de vérification

Le but des vérifications est de s'assurer que le système est conforme aux normes en vigueur.

Elles comprennent la vérification de la documentation technique, les vérifications visuelles, les vérifications complètes et la documentation de ces inspections.

1.2 Vérification de la documentation technique

Il y a lieu de vérifier la documentation technique totalement, pour s'assurer de la conformité à la série des normes NF EN 62305 et de la cohérence avec les schémas d'exécution.

1.3 Vérifications visuelles

Il convient d'effectuer des vérifications visuelles pour s'assurer que :

- la conception est conforme aux normes NF EN 62305, NF C 17102 et NF EN 62561-x (avec x de 1 à 7),
- le Système de Protection Foudre est en bon état,
- les connexions sont serrées et les conducteurs et bornes présentent une continuité,
- aucune partie n'est affaiblie par la corrosion, particulièrement au niveau du sol,
- les connexions visibles de terre sont intactes (opérationnelles),
- tous les conducteurs visibles et les composants du système sont fixés et protégés contre les chocs et à leur juste place,
- aucune extension ou modification de la structure protégée n'impose de protection complémentaire,
- aucun dommage du système de protection des parafoudres et des fusibles n'est relevé,
- l'équipotentialité a été réalisée correctement pour de nouveaux services intérieurs à la structure depuis la dernière inspection et les essais de continuité ont été effectués,
- les conducteurs et connexions d'équipotentialité à l'intérieur de la structure sont en place et intacts,
- les distances de séparation sont maintenues,
- l'inspection et les essais des conducteurs et des bornes d'équipotentialité, des écrans, du cheminement des câbles et des parafoudres ont été contrôlés et testés.

1.4 Vérifications complètes

La vérification complète et les essais des SPF comprennent une inspection visuelle complétée par :

- les essais de continuité des parties non visibles lors de la vérification initiale et qui ne peuvent être contrôlées par vérification visuelle ultérieurement ;
- les valeurs de résistance de la prise de terre. Il convient d'effectuer des mesures de terre isolées ou associées et d'enregistrer les valeurs dans un rapport de vérification du SPF.
- Le contrôle de la partie active des têtes des Paratonnerres à Dispositifs d'Amorçages.
- La résistance de chaque électrode de terre et si possible, la résistance de la prise de terre complète.

Il convient de mesurer chaque prise de terre locale à partir de la borne d'essai en position ouverte (mesure isolée).

Si la valeur de la résistance globale de la prise de terre excède 10 Ω , un contrôle est effectué pour vérifier que la prise de terre soit conforme.

Si la valeur de la résistance de la prise de terre s'est sensiblement accrue, des recherches sont effectuées pour en déterminer les raisons et prendre les mesures nécessaires.

Pour les prises de terre dans des sols rocailloux, il convient de se conformer au chapitre E.5.4.3.5 de la norme NF EN 62305. La valeur de 10 Ω n'est pas applicable dans ce cas.

b) Les résultats des contrôles visuels des connexions des conducteurs et jonctions ou leur continuité électrique.

Si la prise de terre n'est pas conforme à ces exigences ou si le contrôle de ces exigences n'est pas possible, faute d'informations, il convient d'améliorer la prise de terre par des électrodes complémentaires ou par l'installation d'un nouveau réseau de terre.

1.5 Documentation de la vérification

Le carnet de bord joint en chapitre 5, retrace l'historique des vérifications périodiques destinées à l'inspecteur, et comporte la nature des vérifications (mesure de continuité, de la résistance des terres, vérification à la suite d'un accident, type de vérification : visuelle ou complète), ainsi que les méthodes d'essai et les résultats des données obtenues.

Il est recommandé que l'inspecteur élabore un rapport qui sera conservé avec les rapports de conceptions, de maintenances et de vérifications antérieurs.

Il convient que le rapport de vérification du Système de Protection Foudre comporte les informations suivantes :

- les conditions générales des conducteurs de capture et des autres composants de capture ;
- le niveau général de corrosion et de la protection contre la corrosion ;
- la sécurité des fixations des conducteurs et des composants ;
- les mesures de la résistance de la prise de terre ;
- les écarts par rapport aux normes ;
- la documentation sur les modifications et les extensions du système et de la structure. De plus, les schémas d'installation et de conception ont lieu d'être revus ;
- les résultats des essais effectués.

2. MAINTENANCE

Il convient de vérifier régulièrement le SPF afin de s'assurer qu'il n'est pas détérioré et qu'il continue à satisfaire aux exigences pour lesquelles il a été conçu. Il convient que la conception d'un SPF détermine la maintenance nécessaire et les cycles de vérification conformément au Tableau suivant.

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

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

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

Tableau 38 : Périodicité selon le niveau de protection.

Les intervalles entre inspections donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le cas du site **EQIOM** sur la commune de **LUMBRES**, l'arrêté du 4 Octobre 2010 modifié précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

2.1 Remarques générales

Les composants du SPF perdent de leur efficacité au cours des ans en raison de la corrosion, des intempéries, des chocs mécaniques et des impacts de foudre.

Il y a lieu que l'inspection et la maintenance soient faites par un organisme agréé **Qualifoudre**.

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

La maintenance d'un système de protection est importante même si le concepteur du SPF a pris des précautions particulières pour la protection contre la corrosion et a dimensionné les composants en fonction de l'exposition particulière contre les dommages de la foudre et les intempéries, en complément des exigences des normes NF EN 62 305 et NF C 17102.

Il convient que les caractéristiques mécaniques et électriques d'un système de protection soient maintenues toute la durée de sa vie afin de satisfaire aux exigences des normes.

Si des modifications sont effectuées sur le bâtiment ou sur l'équipement ou si sa vocation est modifiée, il peut être nécessaire de modifier le système de protection.

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

2.2 Procédure de maintenance

Le site **EQIOM** sur la commune de **LUMBRES** doit établir des programmes de vérifications périodiques pour tous les SPF.

La fréquence des procédures de maintenance dépend :

- de la dégradation liée à la météorologie et à l'environnement ;
- de l'exposition au danger de foudre ;
- du niveau de protection donné à la structure.

Une inspection visuelle est obligatoire tous les ans et une inspection complète doit être faite tous les deux ans.

Le carnet de bord comporte un programme de maintenance, listant les vérifications de manière que la maintenance soit régulièrement suivie et comparée avec les vérifications antérieures.

Le programme de maintenance comporte les informations suivantes :

- vérification de tous les conducteurs et composants du SPF ;
- vérification de la continuité électrique de l'installation ;
- mesure de la résistance de terre du système de mise à la terre ;
- vérification des parafoudres ;
- re-fixation des composants et des conducteurs ;
- vérification de l'efficacité du système après modifications ou extensions de la structure et de ses installations.

2.3 Documentation de maintenance

Il convient que des enregistrements complets soient effectués lors des procédures de maintenance et qu'ils comportent les actions correctives prises ou à prendre.

Ces enregistrements fournissent des moyens d'évaluation des composants et de l'installation du SPF.

Il convient que ces enregistrements servent de base pour la révision et la modernisation des programmes de maintenance du SPF et qu'ils soient conservés avec les rapports de conception et de vérification.

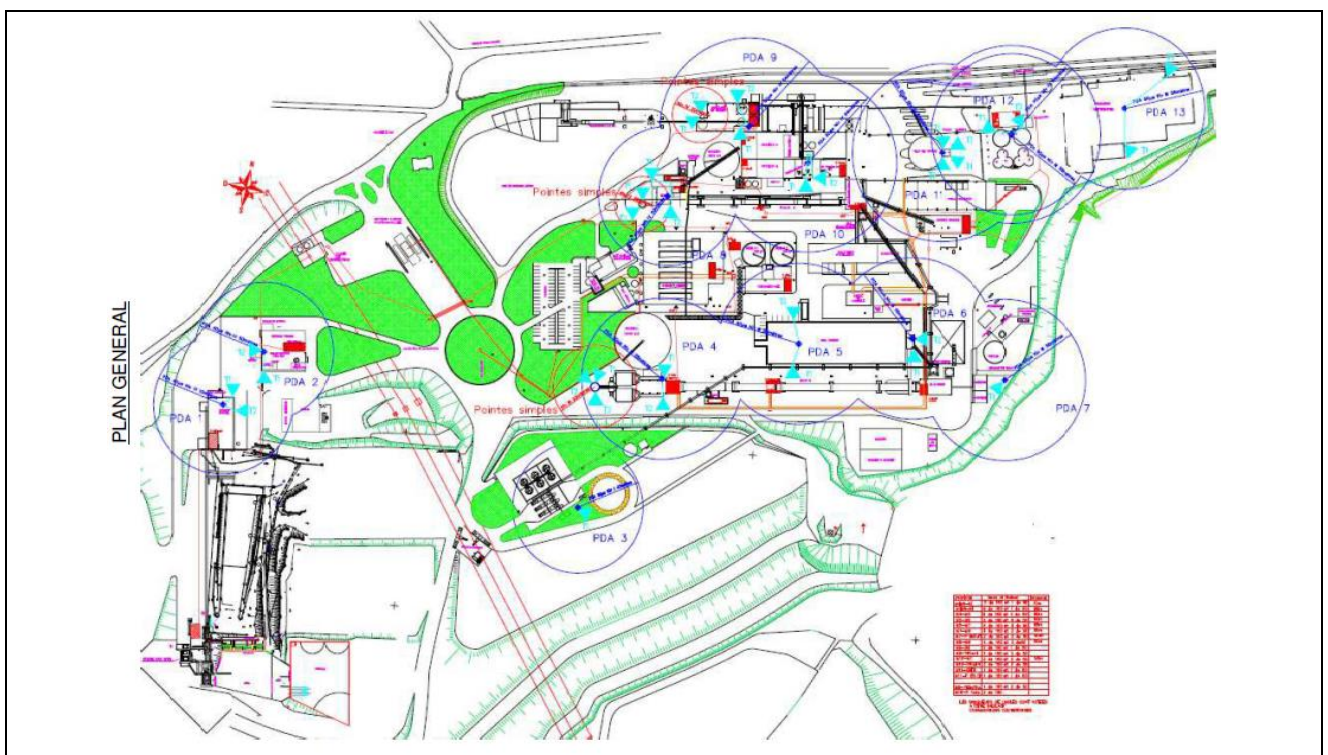
3. DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE

3.1 Installations Extérieures de Protection contre la foudre (I.E.P.F)

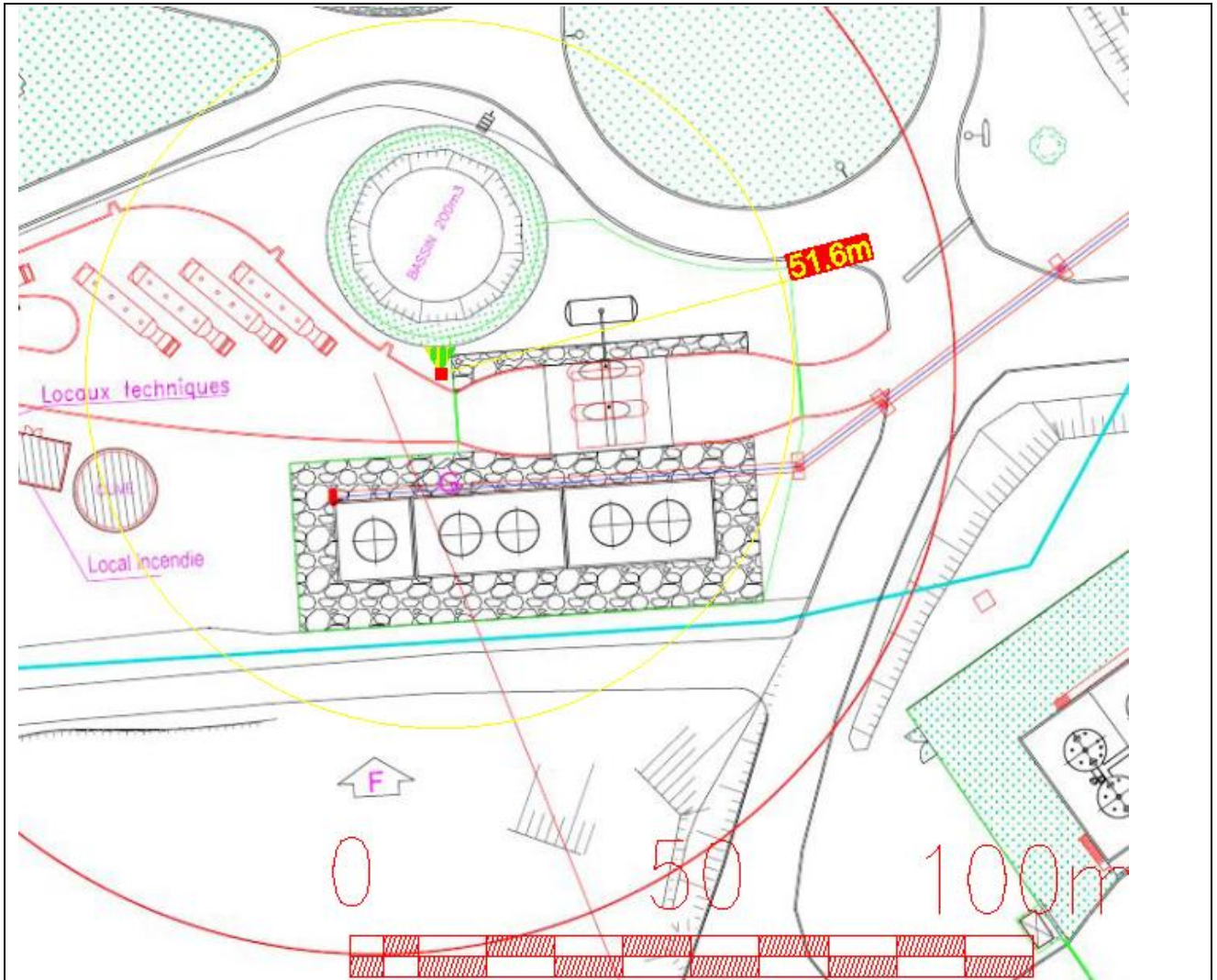
3.1.1 Implantations des SPF existants

Extrait de la notice de vérification et de maintenance réalisée sur les installations existantes en 2019 :

EMPLACEMENT	MODELE	N° SERIE	EMPLACEMENT	MODELE	N° SERIE
PDA 1	P3 S40T	P1523T001272	PDA 1 – T 1	P8011	P8011204316
PDA 2	P3 S40T	P1523T001271	PDA 2 – T1	P8011	P8011204372
PDA 3	P3 S60 T	P1543T003918	PDA 3 – T 1	P8011	P8011204374
PDA 4	P3 S60 T	P1543T003920	PDA 4 – T 2	P8011	P8011204396
PDA 5	P3 S60 T	P1543T003907	PDA 5 – T 1	P8011	P8011204326
PDA 6	P3 S60 T	P1543T003914	PDA 6 – T 2	P8011	P8011204328
PDA 7	P3 S60 T	P1543T003906	PDA 7 – T 1	P8011	P8011204329
PDA 8	P3 S40T	P1523T001273	PDA 8 – T 1	P8011	P8011204371
PDA 9	P3 S60 T	P1543T003909	PDA 9 – T 1	P8011	P8011204318
PDA 10	P3 S60 T	P1543T003913	PDA 10 – T 1	P8011	P8011201737
PDA 11	P3 S60 T	P1543T003919	PDA 11 – T 1	P8011	P8011204315
PDA 12	P3 S60 T	P1543T003908	PDA 12 – T 2	P8011	P8011204317
PDA 13	P3 S60 T	P1543T003912	PDA 13 – T 1	P8011	P8011204411
			CHEMINEE SECHOIR LAITIER – T 1	P8011	P8011204327
			CHEMINEE BRIQUE FOUR 4 – T 1	P8011	P8011204100
			CHEMINEE BETON FOUR 5 – T 1	P8011	P8011204412



3.1.2 Implantations des nouveaux SPF



Plan 5 : Implantation des paratonnerres, conducteurs de descente et prises de terre





Légende :			
	Rayon de protection 51,6 m		PDA sur mât
	Prise de terre à créer		Conducteur de descente à créer

Tableau 39 : Légende des I.E.P.F à installer



Plan 6 : Implantation des paratonnerres, conducteurs de descente et prises de terre







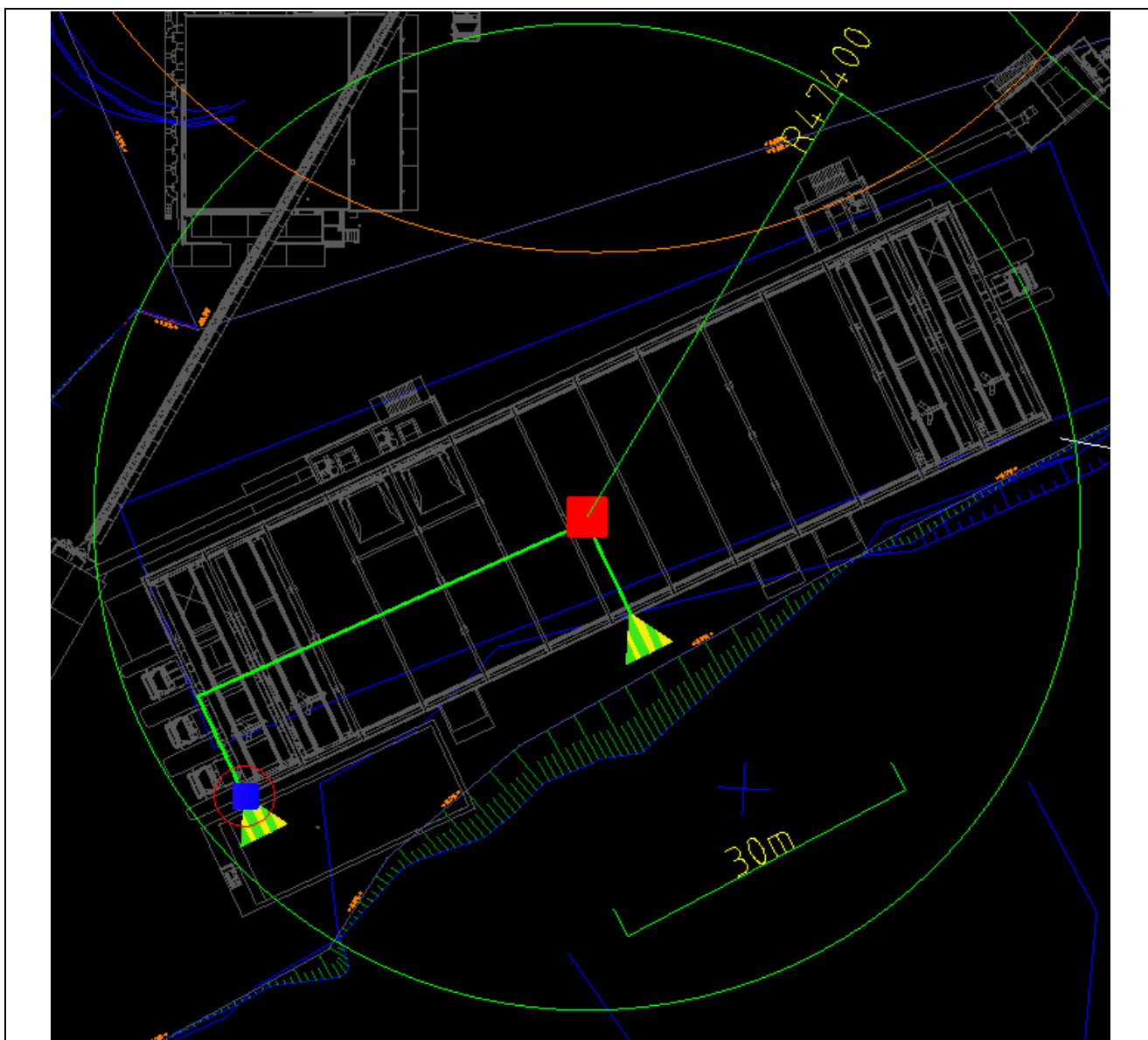
Légende :			
	Rayon de protection 58,2 m		Rayon de protection 4,33 m
	PDA		PTS
	Prise de terre à créer		Conducteur de descente à créer

Tableau 40 : Légende des I.E.P.F à installer



Plan 7 : Implantation des paratonnerres, conducteurs de descente et prises de terre







Légende :			
	Rayon de protection 47,4 m		Rayon de protection 2,9 m
	PDA		PTS
	Prise de terre à créer		Conducteur de descente à créer

Tableau 41 : Légende des I.E.P.F à installer

3.1.1 Caractéristiques des dispositifs de capture

	PDA DIS	PDA CSR	PDA Tour Four	PDA Centre Four	PDA Silo Clinker	PDA 5
Avance à l'amorçage	60 µs	60 µs	60 µs	60 µs	60 µs	60 µs
Hauteur	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m
Niveau de protection	2	1	3	3	3	3
Rayon de protection	51,6 m	47,4 m	58,2 m	58,2 m	58,2 m	58,2 m
Distance de séparation	3,0 m	4,2 m	3,8 m	2,1 m	2,8 m	2,4 m

Tableau 42 : Caractéristiques des dispositifs de capture

3.1.2 Mise à la terre des canalisations

Zone	Nom	Section du conducteur	Etat	Résultat
Nouvelle unité DIS	Canalisations Sprinkler poste Sprinkler			
	Canalisations Sprinkler poste dépotage			
	Canalisations Sprinkler cuvette			
	Canalisations produits dangereux vers usine : - Solvants, - Air, - Huiles			
Nouveau Four K6	Canalisations fluides dangereux			
	Canalisations Sprinkler			
	Canalisations produits dangereux depuis DIS			
Chaufferie centrale	Canalisation Gaz			
Poste de livraison GRTGAZ	Canalisation Gaz			
Fours 4-5	Canalisations fluides depuis DIS			
	Canalisations Fuel			
Cuve fuel 30000L	Canalisations vers fours			
Poste broyage charbon	Canalisation Gaz			
CSR	Canalisations Sprinkler			

Tableau 43 : Mise à la terre des canalisations

3.2 Installations Intérieures de Protection contre la Foudre (I.I.P.F)

Extrait de la notice de vérification et de maintenance réalisée sur les installations existantes en 2019 :

IIPF

24 ensembles parafoudres de type 1+2 DGV440/15 sur les 24 TGBT et fusibles 22x58 125 A Type gG :

Poste amont poussière four 4 : 1 TGBT
 Poste manut ajout : 1 TGBT
 Poste purge : 1 TGBT
 Poste BT B4 : 1 TGBT
 Poste Presse : 1 TGBT
 Poste Aval : 1 TGBT
 Poste TGBT silo 15KT : 1 TGBT
 Poste 8 expé : 1 TGBT
 Poste ensachage palettisation dans bâtiment expédition : 1 TGBT
 Poste Sciure : 1 TGBT
 Poste pâte et fumée TGBT tirage : 1 TGBT
 Poste atelier : 1 TGBT (Tetra)
 Poste spinor ultra fin : 1 TGBT
 Poste massif 3 : 1 TGBT
 Poste BT B3 : 1 TGBT
 Poste charbon : 1 TGBT
 Poste manut four 5 : 1 TGBT
 Poste chauffe four 5 : 1 TGBT
 Poste pâte et fumée TGBT plateforme combustible DIS : 1 TGBT
 Poste pâte et fumée TGBT pate électro filtre : 1 TGBT
 Poste pâte et fumée TGBT poussière : 1 TGBT
 Poste pâte : 1 TGBT
 Poste délayage trammel : 1 TGBT
 Poste extraction : 1 TGBT

3 ensembles parafoudres de type 2 DGT440 et fusibles 14x51 50A type gG

Alimentation armoire de commande GE F5
 Alimentation armoire de commande GE F4
 Départ électrique de l'onduleur

Caractéristiques des parafoudres mis en œuvre :

Nous préconisons :

Bâtiment	Armoire	Type	Marque - réf	Up (kV)	In- (kA)	Iimp- I_{max} (kA)	Dispositif de déconnexion
Local technique DIS / Poste Spkinkler	TGBT 400	1+2					
	TGBT 220	1+2					
	TGBT Ondulé	1+2					
Four K6	Ensemble des TGBT 400/ 220V issus de postes HT/BT	1+2					
	TGBT Ondulés	1+2					
	TGBT refroidisseur Clinker	1+2					
	TGBT Silo de stockage Clinker	1+2					
Bâtiment de stockage CSR	Ensemble des TGBT 400/ 220V	1+2					
Crush and Storage elec room	Ensemble des TGBT 400/ 220V	1+2					
Feed Bins elec room	Ensemble des TGBT 400/ 220V	1+2					
Hammer mill elec room	Ensemble des TGBT 400/ 220V	1+2					
Main sub-station and kiln line elec room	Ensemble des TGBT 400/ 220V	1+2					
Cooler/clinker handling and afr elec room	Ensemble des TGBT 400/ 220V	1+2					
Local incendie Usine	Motopompe Sprinkler et Surpresseur RIA	1+2					
Bâtiment de contrôle	TD Salle serveurs	1+2					
	Salle de contrôles	1+2					
Four K6	Auxiliaires Groupe électrogène	2					
	Onduleur	2					
Local technique DIS	Onduleur	2					
	Détecteur d'orage	2					
	Motopompes / Surpresseur	2					
Poste et cuvette DIS	Détecteurs fumée, gaz et UVIR	1					

Tableau 44 : Liste des parafoudres

4. NOTICE DE VERIFICATION

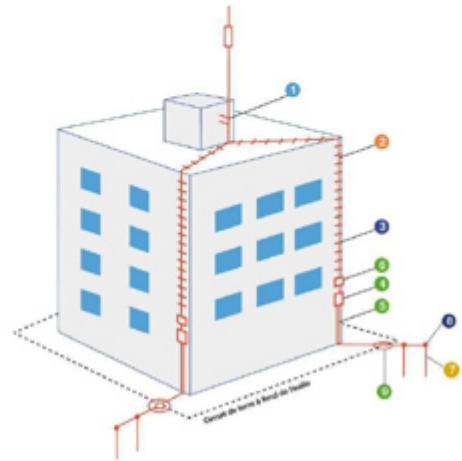
4.1 Notices de vérification des Systèmes de Protection Foudre (SPF)

FICHE CONTROLE PDA

Numéro du PDA :

BATIMENT PROTEGE :

CARACTERISTIQUES PDA	
Modèle :	
Marque :	
Hauteur du mât :	
Avance à l'amorçage:	
Testable à distance : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Résultat du test de la tête : Positif <input type="checkbox"/> Négatif <input type="checkbox"/>
Nombre de conducteur de descente :	
Niveau de protection : <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV	
Rayon de protection : (m)	



✓ **INSPECTION VISUELLE :**

1- Etat des composants du dispositif de capture :

- Etat visuel d'ensemble : Conforme Non-conforme
- Etat des composants : Conforme Non-conforme
- Etat du mât du paratonnerre : Conforme Non-conforme
- Etat des ancrages : Conforme Non-conforme
- Etat des connexions : Conforme Non-conforme

2- Nature et composition des conducteurs de descentes :

- Type et matériau : Conforme Non-conforme
- Présence de joints de contrôle: Conforme Non-conforme
- Cheminement du conducteur de descente: Conforme Non-conforme
- Raccordement au dispositif de capture : Conforme Non-conforme
- Continuité des conducteurs de descente : Conforme Non-conforme

3- Installation et état des conducteurs de descentes :

- Rayons de courbure des coudes des conducteurs : Conforme Non-conforme
- Etat des connexions : Conforme Non-conforme
- Fixation du conducteur de descente (3 par m) : Conforme Non-conforme
- Croisement avec des canalisations électriques : Conforme Non-conforme
- Connexions équipotentielles avec les dispositifs internes et les plans de masses ou de terre :
 Conforme Non-conforme
- Distance de séparation par rapport aux masses métalliques : (m)
 Conforme Non-conforme
- Protection mécanique du conducteur de descente au niveau du sol ou gaine isolée :
 Conforme Non-conforme
- Compteur de coup de foudre : Conforme Non-conforme
- Nombre d'impact relevé:
- Pancarte d'avertissement: Présente Absente

4- Prise de terre :

Appareil utilisé pour les mesures :

Constitution : Conforme Non-conforme

Etat : Conforme Non-conforme

Prise de terre de type :
 A B

Valeur des prises de terre de type A (Ohms) :

Valeur de la prise de terre de type B :(Ohms)
 Conforme à Améliorer

Présence du piquet de terre :
 Conforme Non-conforme

RESULTAT DE LA VERIFICATION :

ACTIONS CORRECTIVES :

4.2 Notice de vérification des parafoudres

➤ **Description de l'équipement à vérifier**

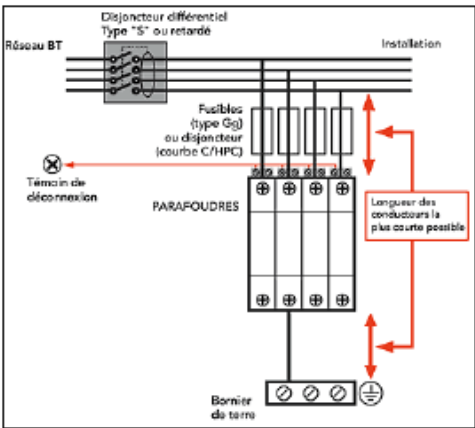
FICHE CONTROLE DES PARAFOUDRES

Nom de l'armoire :

Photos :

EQUIPEMENTS PROTEGES :

CARACTERISTIQUES PARAFOUDRES
Régime de Neutre :
Marque : <input type="checkbox"/> Tétra <input type="checkbox"/> Tri <input type="checkbox"/> Mono
Type 1 <input type="checkbox"/> Type 3 <input type="checkbox"/> Type 2 <input type="checkbox"/>
Up :kV Uc :V
Pour type 1 : I _{imp} :kA Pour type 2 ou 3 : I _n :kA I _{max} :kA



INSPECTION VISUELLE :

- | | | | |
|--|---|------------------------------|-------|
| ➤ Règle des 50 cm respectée | <input type="checkbox"/> OUI | <input type="checkbox"/> NON | |
| ➤ Section des câbles respectée | <input type="checkbox"/> OUI | <input type="checkbox"/> NON | |
| ➤ Signalisation du défaut du parafoudre | <input type="checkbox"/> OUI | <input type="checkbox"/> NON | |
| ➤ Présence étiquette | <input type="checkbox"/> OUI | <input type="checkbox"/> NON | |
| ➤ Dispositif de coupure associé existant | <input type="checkbox"/> OUI | <input type="checkbox"/> NON | |
| ➤ Sélectivité | <input type="checkbox"/> OUI | <input type="checkbox"/> NON | |
| | - Calibre Disjoncteur Armoire : | | |
| | - Calibre Disjoncteur/Fusible PRF : | | |
| ➤ Présence fusible dans PF | <input type="checkbox"/> OUI | <input type="checkbox"/> NON | |

RESULTAT DE LA VERIFICATION :

ACTIONS CORRECTIVES :

5. CARNET DE BORD



N° 071179534036

**INSTALLATIONS DE PROTECTION
CONTRE LA Foudre
CARNET DE BORD**

Raison sociale : _____

Adresse de l'Établissement :

CARNET DE BORD

Ce carnet de bord est la trace de l'historique de l'installation de protection foudre et doit être tenu à jour sous la responsabilité du Chef d'Établissement.

Il doit rester à la disposition des Agents des Pouvoirs Publics chargés du contrôle de l'Établissement.

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

Renseignements sur l'Etablissement

Nature de l'activité :

N° de classification INSEE :

à la date du : ; Type : ; Catégorie :

Classement de l'Etablissement à la date du : ; Type : ; Catégorie :

à la date du : ; Type : ; Catégorie :

Pouvoirs Publics exerçant le contrôle de l'Etablissement :

Inspection {
 Du {

Commission {
 De {

DRE {

Personne responsable de la surveillance des installations :

NOM	QUALITE	DATE D'ENTREE EN FONCTION

HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

I - DEFINITION DES BESOINS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
06/06/2019	Analyse du Risque Foudre	BCM	C.LIBBRECHT
21/06/2022	Analyse du Risque Foudre	RG Consultant	M.GOIFFON 071179534036

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

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
06/06/2019	Etude technique foudre	BCM	C.LIBBRECHT
21/06/2022	Etude technique foudre	RG Consultant	M.GOIFFON 071179534036

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

III – INSTALLATION DES PROTECTIONS

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
09/2021	DOE	INDELEC	

IV- VERIFICATIONS PERIODIQUES & MAINTENANCE

Installation Extérieure de Protection Foudre (I.E.P.F)		VERIFICATEUR	RESULTATS DE LA VERIFICATION		NATURE DE LA VERIFICATION				
		Nom et Qualité de la personne qui a effectué la vérification ou N° QUALIFOUDRE	Indiquer les valeurs obtenues ou les constations faites Référence des rapports	Actions prises ou à prendre	Mesure de la résistance de terre du système de mise à la terre	Vérification de la continuité électrique de l' installation	Vérification de tous les conducteurs et composants du SPF (test de l' électronique pour les PDA)	Type de protection	Date

Installation Intérieure de Protection Foudre (I.I.P.F)

La vérification des parafoudres type 1 et type 2 se font, tout d'abord, **visuellement** tous **les ans** (signalisation qui donne l'état du parafoudre, lire la notice du constructeur pour connaître la méthode de signalisation utilisée), et la **vérification plus complète** nécessitant le démontage des parafoudres tous les **2 ans** (valise test).

La maintenance doit être faite dès qu'un parafoudre est défectueux, et dès qu'un composant ou un conducteur n'est plus ou mal fixé.

La vérification de l'efficacité du système doit être effectuée après chaque modification ou extension de la structure et de ses installations.

A) Cas des parafoudres à modules déconnectables

- Ouvrir le disjoncteur associé aux parafoudres.
- Enlever le module déconnectable hors service.
- Mettre en place un nouveau module.
- Vérifier la fonction test du disjoncteur.
- Fermer le disjoncteur.
- Vérifier la signalisation (*) des parafoudres (parafoudre en service).

(*) Signalisation qui donne l'état du parafoudre (lire la notice du constructeur pour connaître la méthode de signalisation utilisée).

B) Parafoudres non déconnectables

- Consigner l'armoire électrique (ouverture du disjoncteur général de l'armoire et des disjoncteurs secondaires).
- Ouvrir le disjoncteur associé aux parafoudres.
- Enlever le parafoudre défectueux.
- Mettre en place un nouveau parafoudre.
- Vérifier la fonction test du disjoncteur.
- Fermer le disjoncteur.
- Vérifier la signalisation des parafoudres (parafoudre en service).
- Enlever la consignation de l'armoire (fermer le disjoncteur général, réenclencher les disjoncteurs secondaires un par un).

ANNEXE 3

Lexique

Armatures d'acier interconnectées	Armatures d'acier à l'intérieur d'une structure, considérées comme assurant une continuité électrique.
Barre d'équipotentialité	Barre permettant de relier à l'installation de protection contre la foudre les équipements métalliques, les masses, les lignes électriques et de télécommunications et d'autres câbles.
Borne ou barrette de coupure	Dispositif conçu et placé de manière à faciliter les essais et mesures électriques des éléments de l'installation de protection contre la foudre.
Conducteur (masse) de référence	Système de conducteurs servant de référence de potentiel à d'autres conducteurs. On parle souvent du "zéro volt".
Conducteur d'équipotentialité	Conducteur permettant d'assurer l'équipotentialité.
Conducteur de descente	Conducteur chargé d'écouler à la terre le courant d'un coup de foudre direct. Il relie le dispositif de capture au réseau de terre.
Conducteur de protection (PE)	Conducteur destiné à relier les masses pour garantir la sécurité des personnes contre les chocs électriques.
Coup de foudre	Impact simple ou multiple de la foudre au sol.
Coup de foudre direct	Impact qui frappe directement la structure ou son installation de protection contre la foudre.
Coup de foudre indirect	Impact qui frappe à proximité de la structure et entraînant des effets conduits et induits dans et vers la structure.
Couplage	Mode de transmission d'une perturbation électromagnétique de la source à un circuit victime.
Dispositif de capture	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à capter les coups de foudre directs.
Distance de séparation	Distance minimale entre deux éléments conducteurs à l'intérieur de l'espace à protéger, telle qu'aucune étincelle dangereuse ne puisse se produire entre eux.
Effet de couronne ou Corona	Ensemble des phénomènes d'ionisation liés au champ électrique au voisinage d'un conducteur ou d'une pointe.

Effet réducteur

Réduction des perturbations HF par la proximité du conducteur victime avec la masse. L'effet réducteur est le rapport de l'amplitude de la perturbation collectée par un câble non blindé ou loin des masses à celle collectée par le même câble blindé ou installé contre un conducteur de masse.

Electrode de terre

Élément ou ensemble d'éléments de la prise de terre assurant un contact électrique direct avec la terre et dissipant le courant de décharge atmosphérique dans cette dernière.

Equipements métalliques

Éléments métalliques répartis dans l'espace à protéger, pouvant écouler une partie du courant de décharge atmosphérique tels que canalisations, escaliers, guides d'ascenseur, conduits de ventilation, de chauffage et d'air conditionné, armatures d'acier interconnectées.

Etincelle dangereuse (étincelage)

Décharge électrique inadmissible, provoquée par le courant de décharge atmosphérique à l'intérieur du volume à protéger.

Foudre

Décharge électrique aérienne, accompagnée d'une vive lumière (éclair) et d'une violente détonation (tonnerre).

Installation de Protection contre la Foudre (I.P.F.)

Installation complète, permettant de protéger une structure contre les effets de la foudre. Elle comprend à la fois une installation extérieure (I.E.P.F.) et une installation intérieure de protection contre la foudre (I.I.P.F.)

Liaison équipotentielle

Éléments d'une installation réduisant les différences de potentiels entre masse et élément conducteur.

Mode commun (MC)

Un courant de mode commun circule dans le même sens sur tous les conducteurs d'un câble. La différence de potentiels (d.d.p.) de MC d'un câble est celle entre le potentiel moyen de ses conducteurs et la masse. Le mode commun est aussi appelé mode longitudinal parallèle ou asymétrique.

Mode différentiel (MD)

Un courant de mode différentiel circule en opposition de phase sur les deux fils d'une liaison filaire, il ne se referme donc pas dans les masse. Une différence de potentiels (d.d.p.) de MD se mesure entre le conducteur signal et son retour. Le mode différentiel est aussi appelé mode normal, symétrique ou série.

Niveau de protection	Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.
Parafoudre ou parasurtenseur	Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à dériver les ondes de courant entre deux éléments à l'intérieur de l'espace à protéger, tels que les éclateurs ou les dispositifs semi-conducteurs.
Paratonnerre	Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.
P.D.A	Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.
Point d'impact	Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.
Prise de terre	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.
Régime de neutre	<p>Il caractérise le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur source et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation. Il est défini par deux lettres :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La première indique la position du neutre par rapport à la terre : I : neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance T : neutre directement à la terre • La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre : T : masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre) N : masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (N-S), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (N-C).
Réseau de masse	Ensemble des conducteurs d'un site reliés entre eux. Il se compose habituellement des conducteurs de protection, des bâtis, des chemins de câbles, des canalisations et des structures métalliques.
Réseau de terre	Ensemble des conducteurs enterrés servant à écouler dans la terre les courants externes en mode commun. Un réseau de terre doit être unique, équipotentiel et maillé.

Résistance de terre

Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms (Ω), elle n'a pas, contrairement au maillage des masses, d'influence sur l'équipotentialité du site.

Surface équivalente

Surface de sol plat qui recevrait le même nombre d'impacts que la structure ou le bâtiment en question. Cette surface est toujours plus grande que la seule emprise au sol de l'ensemble à protéger. On la détermine en pratique en entourant fictivement le périmètre de cet ensemble par une bande horizontale, dont la largeur est égale à trois fois sa hauteur. Elle peut ensuite être corrigée en tenant compte des objets environnants : arbres, autres structures, susceptibles de dévier un coup de foudre vers eux.

Surtension

Variation importante de faible durée de la tension.

Tension de mode commun

Tension mesurée entre deux fils interconnectés et un potentiel de référence (voir mode commun).

Tension différentielle

Tension mesurée entre deux fils actifs (voir mode différentiel).

Tension résiduelle d'un parafoudre

Tension qui apparaît sur une sortie d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge.

TGBT

Tableau Général Basse Tension

Traceur

Predécharge progressant à travers l'air et formant un canal faiblement ionisé.

Note de dimensionnement – Stratégie Défense Incendie – Cuves de stockage de déchets liquides – rubrique 4331 – Arrêté ministériel du 1^{er} juin 2015

1 - Périmètre du dimensionnement

L'installation concernée est l'installation de cuves de stockage de déchets liquides.

Les scénarios retenus sont ceux définis à l'article 14.1 applicable à l'installation

- feu d'un réservoir extérieur aérien,
- feu dans une rétention extérieure surface déduite des réservoirs aériens
- feu d'engin de transport nécessitant les moyens les plus importants.

L'article 14.1 précise que le dimensionnement correspond à l'extinction dans un délai maximal de :

- 3 heures pour le feu de réservoir et de rétention,
- 2 heures pour l'engin de transport.

L'annexe II-B du présent arrêté prévoit de déterminer les réserves minimales en émulseur et en eau pour une durée de 20 minutes.

Le dispositif de lutte incendie retenu consiste en un système d'extinction automatique (asservissement à la détection incendie) avec mise à disposition sur le site des réserves d'eau et d'émulseur nécessaire.

Au vu de ces éléments, le dimensionnement des besoins en eau a été déterminé sur la durée de 20 minutes retenue à l'annexe II-B.

2 - Taux d'application

Les taux d'application d'extinction forfaitaire définis à l'annexe II-A sont les suivants en cas de moyens matériels fixes pour les liquides miscibles à l'eau : 8 l/m²/min

Le refroidissement des installations à protéger est basé sur les débits définis à l'article 14-D :

- réservoir à axe vertical : 15 l/min/m de circonférence
- refroidissement des réservoirs voisins du réservoir en feu : 1 litre par minute et par mètre carré de surface exposée ou 15 litres par minute et par mètre de circonférence du réservoir ;
- refroidissement des réservoirs des rétentions contiguës : 1 litre par minute et par mètre carré de surface exposée ou 15 litres par minute et par mètre de circonférence de réservoir ;
- protection des autres installations (engins) : 1 l/min/m² ou 15 l/min/m de circonférence

3 - Synthèse des hypothèses de dimensionnement

Le tableau ci-dessous récapitule par scénario d'incendie :

- Les caractéristiques de l'installation en feu

- Les caractéristiques des installations à protéger.

Scénario	Dimension de l'installation en feu	Effets dominos	Installation à protéger	Refroidissement d'installation par sécurité
Feu de bac	Ciel d'un réservoir 20 m ²	Non	Non	2 cuves voisines au maximum. Circonférence d'une cuve 15,7 m
Feu de rétention	Surface hors emprise max =179 m ²	Oui	2 cuves restantes, circonférence = 15,7 m et 2 cuves de la rétention voisine (circonférence identique)	
Feu au poste de chargement	Surface = 39 m ²	Non	Non	2 cuves les plus proches circonférence = 15,7 m

4 - Dimensionnement et adéquation des besoins

Scénario	Surface en feu	Tx application	Durée	Besoin	Refroidissement	Tx application	Durée	Besoin	Total
Feu de bac	20 m ²	8l/m ² /mn	20 mn	3200 l dont émulseur à 3 % : 96 l	Circonférence 3 cuves : 47 m	15 l/min/m	20 mn	14 m3 et 420 l émulseur	Solution moussante 17 m3 dt émulseur : 520 l
Feu de rétention	hors cuves 179 m ²	8l/m ² /mn	20 mn	29 m3 dont émulseur : 870 l	Circonférence 4 cuves : 63 m Citerne au poste de déchargement = 80 m ²	15l/min/m et 1l/min/m ²	20 mn	19 m3 et 1,6 m3 et 620 l émulseur	Solution moussante 49,6 m3 dont émulseur : 1500 l
Feu de poste de déchargement	39 m ²	8 l/m ² /mn	20 mn	Solution moussante : 6,24 m3 Emulseur : 190 l	Circonférence 2 cuves : 32 m Citerne au poste de déchargement :160 m ²	15 l/min/m et 1l/min/m ²	20 mn	9,6 m3 et 3,2 m3 et 390 l émulseur	Solution moussant 19 m3 dont émulseur : 630 l

Les réserves disponibles sur le site sont en adéquation avec les besoins théoriques calculés selon les préconisations de l'arrêté du 1er juin 2015.

Dans l'étude des dangers, nous avons indiqué que notre réserve d'eau serait supérieure à 400 m3 et que la quantité d'émulseur présent serait de 3000 l

Les réserves supplémentaires disponibles en eau et en émulseurs permettront d'assurer :

- un temps de refroidissement supplémentaire si nécessaire,
- une durée de maintien du tapis de mousse pendant plus de deux heures (sur la base de 0,2 l/min/m² selon guide de lecture de la DGPR 2013).

Précision concernant la stratégie de sous-rétention avec apposition d'un tapis de mousse de protection

Sur la surface de la rétention (179 m²), le débit sera de 1432 l/minute. Pour une application bas-fouissement avec un taux de 8, le tapis de mousse de 15 cm sera réalisé en moins de 3 minutes. Soit 100 l d'émulseur pour ces 15 cm.

Comme annoncé ci-avant, son maintien (à un taux de 0,2 l/min/m²) pourra être assuré pendant plusieurs heures. 65 l d'émulseur par heure.

ANNEXE 4

Dimensionnement des événements

		Hexane	Decane	Methanol	Pentane	Benzene	Acétone
Surface de la robe au contact du fluide	A (m ²)	141,37	141,37	141,37	141,37	141,37	141,37
Facteur environnemental	F	1	1	1	1	1	1
Chaleur de vaporisation	L (J/g)	337	276	1100	356	394	532
Température d'ébullition	T (K)	342	447	338	309	353	329
Masse molaire	M (g)	86,176	142,29	32,06	72,15	78,11	58,08

Formule débit cas feu (Nm ³ /h)	$=70900 \cdot A^{0,82} \cdot F / L \cdot (T/M)^{0,5}$	24302	26400	12135	23898	22181	18391
--	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Masse volumique de l'air	P air (kg/m ³)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
coefficient aéraulique de l'évent	Cd	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Surpression à évacuer	dP (pascal)	2000	2000	2000	2000	2000	2000

Surface événement nécessaire	cm ²	2028	2203	1013	1995	1851	1535
------------------------------	-----------------	------	------	------	------	------	------

Events DN 800 installés sur cuves	cm ²	5027	
Surface libre DN 800	cm ²	4560	143%

Tetrachlorure	Octane	Heptane	R12	Eau	toluène	éthanol
141,37	141,37	141,37	141,37	141,37	141,37	141,37
1	1	1	1	1	1	1
195	306	321	165	2257	413	855
350	399	372	243	373	383,8	352
153,82	114,23	100,21	102,92	18,01	92,14	46,07

31801	25108	24675	38284	8289	20315	13290
-------	-------	-------	-------	------	-------	-------

1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000

2654	2096	2059	3195	692	1696	1109
------	------	------	-------------	-----	------	------

ANNEXE 5

Dimensionnement des événements

		Hexane	Decane	Methanol	Pentane	Benzene	Acétone
Surface de la robe au contact du fluide	A (m ²)	141,37	141,37	141,37	141,37	141,37	141,37
Facteur environnemental	F	1	1	1	1	1	1
Chaleur de vaporisation	L (J/g)	337	276	1100	356	394	532
Température d'ébullition	T (K)	342	447	338	309	353	329
Masse molaire	M (g)	86,176	142,29	32,06	72,15	78,11	58,08

Formule débit cas feu (Nm ³ /h)	$=70900 \cdot A^{0,82} \cdot F / L \cdot (T/M)^{0,5}$	24302	26400	12135	23898	22181	18391
--	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Masse volumique de l'air	P air (kg/m ³)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
coefficient aéraulique de l'évent	Cd	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Surpression à évacuer	dP (pascal)	2000	2000	2000	2000	2000	2000

Surface événement nécessaire	cm ²	2028	2203	1013	1995	1851	1535
------------------------------	-----------------	------	------	------	------	------	------

Events DN 800 installés sur cuves	cm ²	5027	
Surface libre DN 800	cm ²	4560	143%

Tetrachlorure	Octane	Heptane	R12	Eau	toluène	éthanol
141,37	141,37	141,37	141,37	141,37	141,37	141,37
1	1	1	1	1	1	1
195	306	321	165	2257	413	855
350	399	372	243	373	383,8	352
153,82	114,23	100,21	102,92	18,01	92,14	46,07

31801	25108	24675	38284	8289	20315	13290
-------	-------	-------	-------	------	-------	-------

1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000

2654	2096	2059	3195	692	1696	1109
------	------	------	-------------	-----	------	------

FASCICULE PLANS

Plan 1 : Plan IGN

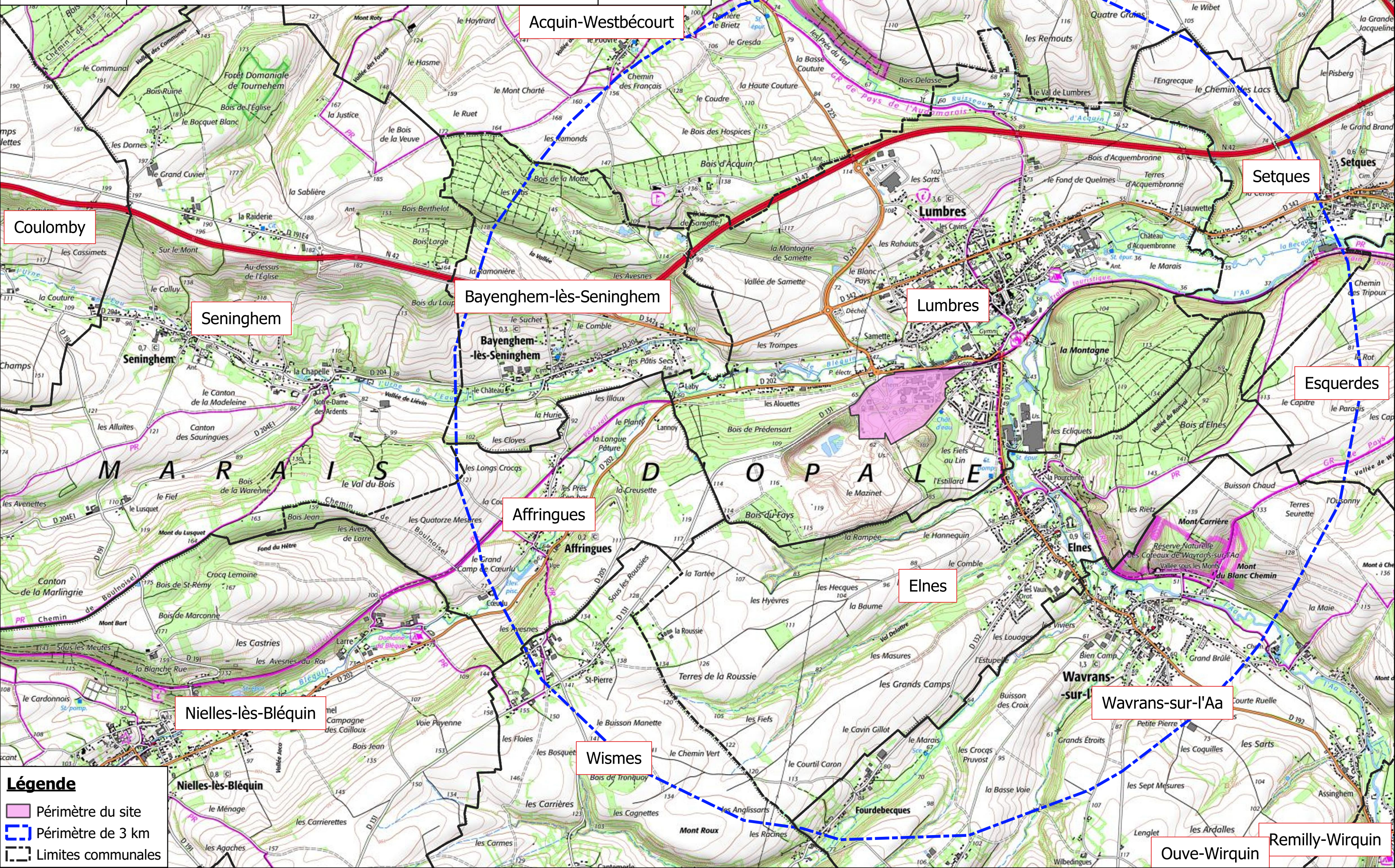
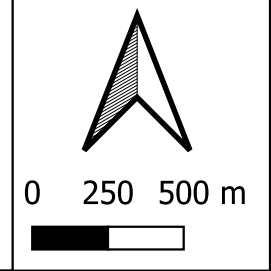
Plan 2 : Plan d'ensemble

Plan 3 : Plan de masse - bâtiments

Plan 1 : Plan IGN



LOCALISATION IGN AU 1/25000
EQIOM
CIMENTERIE DE LUMBRES
COMMUNE DE LUMBRES (62)



Légende

- Périimètre du site
- Périimètre de 3 km
- Limites communales

Coulomby

Seninghem

Bayenghem-lès-Seninghem

Affringues

Nielles-lès-Bléquin

Wismes

Elnes

Wavrans-sur-l'Aa

Acquin-Westbécourt

Lumbres

Quelmes

Setques

Esquerdes

Leulinghem

Remilly-Wirquin

Ouve-Wirquin

Plan 2 : Plan d'ensemble

Plan 3 : Plan de masse - Bâtiments

