

**BUREAU VERITAS EXPLOITATION**

1 & 3 rue Maillard de la Gournerie  
ZAC Atalante Champeaux  
35 000 RENNES

Téléphone : 02/99/27/28/25

Mail : guillaume.grolleau@bureauveritas.com

**A l'attention de M. LAPEZE François**

ZA de Kerfleury  
15 route du Restau  
29 300 REDENE

**ANALYSE DU RISQUE Foudre  
SUR LES STRUCTURES DE L'ENTREPRISE**

MIXAL

(En phase projet d'extension)

**Intervention du 1/04/2020 au 2/04/2020**

**Nom du site** : Site de REDENE

**Lieu d'intervention** : MIXAL

ZA de Kerfleury  
15 route du Restau  
29 300 REDENE

Numéro d'affaire : 7369307  
Référence du rapport : 7369307/2/1  
Rédigé le : 2/04/2020  
Par : **GROLLEAU Guillaume**



Ce rapport contient 43 pages

# SOMMAIRE

<b>PREAMBULE .....</b>	<b>3</b>
<b>RAPPEL SUR LES OBLIGATIONS DU CHEF D'ETABLISSEMENT .....</b>	<b>3</b>
<b>REFERENCES REGLEMENTAIRES.....</b>	<b>4</b>
<b>CONDUITE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre .....</b>	<b>5</b>
<b>ETENDUE DE LA MISSION.....</b>	<b>7</b>
<b>LIMITES DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre .....</b>	<b>7</b>
<b>PERSONNE(S) RENCONTREE(S).....</b>	<b>7</b>
<b>RECAPITULATIF .....</b>	<b>8</b>
<b>DOCUMENTS PRESENTES .....</b>	<b>10</b>
<b>DONNEES NECESSAIRES A L'APPROCHE ANALYSE DU RISQUE Foudre .....</b>	<b>11</b>
<b>IDENTIFICATION DES EVENEMENTS REDOUTES ET MOYENS DE PROTECTION/PREVENTION ASSOCIES</b>	<b>13</b>
<b>STRUCTURES RETENUES DANS L'ANALYSE DE RISQUE Foudre.....</b>	<b>14</b>
<b>CHOIX DE LA METHODE D'ANALYSE.....</b>	<b>14</b>
<b>ANALYSE DE RISQUE DETAILLEE.....</b>	<b>14</b>
<b>FICHE N° 1 - STRUCTURE 1 – Identification : Bâtiment production .....</b>	<b>15</b>
<b>FICHE N° 2 - STRUCTURE 2 – Identification : Citerne Propane.....</b>	<b>33</b>

## HISTORIQUE DU RAPPORT

Version - Numéro de rapport	Date	Commentaires
7369307/2/1	02/04/2020	Original

La dernière version de rapport annule et remplace les versions précédentes.

## PREAMBULE

La foudre (ou éclair à la terre) est un phénomène naturel de décharge électrostatique qui se produit lorsque de l'électricité statique s'accumule entre un nuage et la terre.

Un potentiel électrique s'établit alors entre ces deux points. Il peut atteindre les 100 millions de volts.

Ce potentiel élevé provoque une ionisation de l'air et la création d'un canal faiblement conducteur (traceur) qui progresse par bonds successifs. 90% des coups de foudre en France, se font du nuage vers le sol (éclair négatif descendant).

Lorsque le traceur est suffisamment proche du sol, des pré-décharges se produisent à la surface de ce dernier (préférentiellement au niveau d'aspérités ou d'objets pointus) et vont à la rencontre du traceur.

Le point de rencontre entre une de ces pré-décharges et le traceur détermine le point d'impact de la foudre au sol.

C'est alors que va se créer un pont conducteur entre le nuage et le sol, par lequel un important courant électrique va pouvoir transiter.

La valeur du courant résultant s'étend de 2kA à 200kA pour les coups de foudre négatifs.

Ce courant est à l'origine des éclairs et du tonnerre, mais également des incendies, explosions ou des dysfonctionnements dangereux.

Les conséquences liées à la foudre peuvent être particulièrement lourdes tant en ce qui concerne les individus que les structures, et notamment en ce qui concerne les Installations Classées Pour la Protection de l'Environnement (I.C.P.E.).

L'arrêté du 4 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 définit donc les dispositions à prendre afin de limiter les conséquences dommageables de la foudre sur certaines installations classées et impose en premier lieu la réalisation d'une Analyse de Risque Foudre (A.R.F.). Cette Analyse de Risque Foudre vise à identifier les équipements et les structures dont la protection doit être assurée.

Elle détaille les obligations qui vous incombent, les risques encourus par vos structures vis-à-vis du risque foudre, et les niveaux de protection qui vous permettront, suite à la réalisation d'une étude technique telle que demandée par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, de mettre en œuvre les protections adéquates.

Ce rapport contient une fiche par structure comprenant les caractéristiques essentielles de la structure, les données nécessaires à la réalisation de l'analyse de risque et le récapitulatif des niveaux de protection à mettre en œuvre pour chaque structure.

## RAPPEL SUR LES OBLIGATIONS DU CHEF D'ETABLISSEMENT

Le chef d'un établissement classé, soumis à autorisation pour l'une des rubriques citées dans l'article 16 de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, doit faire réaliser par des organismes compétents (personnes et organismes qualifiés par un organisme indépendant selon un référentiel approuvé par le ministre chargé des installations classées pour la protection de l'environnement) :

- Une analyse du risque foudre (A.R.F.)

L'A.R.F. identifie :

- Les structures qui nécessitent une protection ainsi que le niveau de protection associé ;
- Les liaisons entrantes ou sortantes des structures (réseau énergie, réseaux de communications, canalisations métalliques) 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.

Elle doit être systématiquement mise à jour à l'occasion de modifications notables des structures nécessitant le dépôt d'une nouvelle autorisation, et à chaque révision de l'étude de dangers, ou pour toute modification des structures qui peut avoir des répercussions sur les données d'entrées de l'A.R.F.

Elle peut également être demandée par le préfet pour des structures classées soumises à autorisation non visées par l'annexe de cet arrêté si leur agression par la foudre est susceptible de porter atteinte directement ou indirectement à la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature et de l'environnement, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique.

Ces dispositions sont également applicables aux exploitations de carrières au sens des articles 1er et 4 du code minier.

- Une étude technique

En fonction des résultats de l'A.R.F., une étude technique est réalisée, définissant précisément les mesures de prévention et les dispositifs de protection, le lieu de leur implantation, ainsi que les modalités de leur vérification et de leur maintenance.

Une notice de vérification et de maintenance est rédigée lors de l'étude technique et est complétée si besoin après la mise en place des dispositifs de protection.

Un carnet de bord dont les chapitres sont rédigés lors de l'étude technique est tenu à jour par l'exploitant.

- L'installation des dispositifs de protection foudre et mise en place des mesures

L'installation des dispositifs de protection et la mise en place des mesures de prévention sont réalisées à l'issue de l'étude technique.

- Au plus tard 2 ans après la réalisation de l'A.R.F. pour les structures existantes.
- Avant la mise en exploitation pour les structures dont la demande d'autorisation a été déposée après le 24 août 2008.

- La vérification des dispositifs de protection foudre

L'installation des protections doit faire l'objet d'une vérification complète par un organisme distinct de l'installateur au plus tard 6 mois après sa réalisation.

Une vérification visuelle et une vérification complète sont à faire réaliser alternativement tous les ans.

Si l'une de ces vérifications fait apparaître la nécessité d'une remise en état, celle-ci doit être réalisée dans un délai maximum d'un mois.

Tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre sont à consigner dans le carnet de bord. Les enregistrements des agressions de la foudre sont à dater et si possible localisés sur le site.

En cas de coup de foudre enregistré, une vérification visuelle des dispositifs de protection est à réaliser dans un délai maximum d'un mois.

## REFERENCES REGLEMENTAIRES

Arrêté du 4 octobre 2010 modifié relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation

Circulaire du 24 avril 2008 relative à la protection contre la foudre de certaines installations classées (NOR DEVP0801538C)

Norme NF EN 62305-2 (2006)

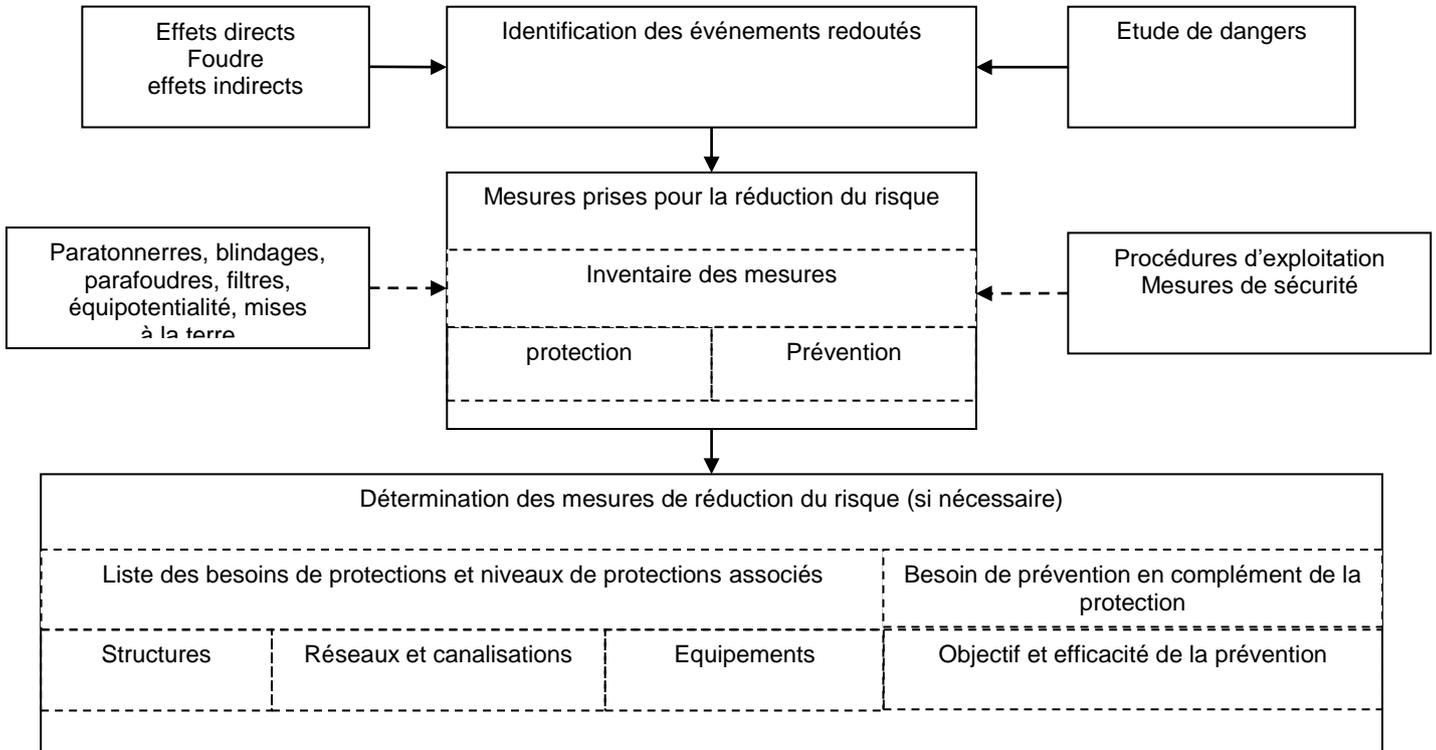
Liste des rubriques auxquelles est soumis l'établissement :

- 2410 à enregistrement dans le cadre du projet d'extension
- 2940 à Déclaration
- 1412.2 à Déclaration

Source Dossier ICPE et Récépissé de déclaration

## CONDUITE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

L'analyse de risque foudre d'une structure industrielle réalisée selon la méthode de la norme NF EN62305-2 (février 2006) est menée selon le schéma suivant :



### METHODE PROBABILISTE

L'évaluation probabiliste du risque permet une classification des risques de la structure, elle permet donc de définir des priorités dans le choix des protections et de vérifier la pertinence d'un système de protection.

Elle permet de définir les niveaux de protections à atteindre pour les bâtiments, afin de lutter contre les effets directs et indirects de la foudre.

La méthode utilisée s'applique aux structures fermées (de type bâtiment), elle tient compte des dimensions, de la structure du bâtiment, de l'activité qu'il abrite, et des dommages que peut engendrer la foudre en cas de foudroiement sur ou à proximité des bâtiments.

Les risques de dommages causés par la foudre peuvent être de 4 types :

- R1 : Risque de perte humaine
- R2 : Risque de perte de service public
- R3 : Risque de perte d'héritage culturel
- R4 : Risque de pertes économiques.

Suivant la circulaire du 24/04/2008, seul le risque R1 est pris en considération.

Lorsque le risque calculé est supérieur au risque acceptable, des solutions de protection et de prévention sont adoptées jusqu'à ce que le risque soit rendu acceptable.

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

La présence de systèmes de détection et d'extinction incendie est également prise en compte dans l'optimisation du résultat.

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

Les installations particulières en zone ouverte font l'objet d'un calcul suivant la norme NF EN 62305-2 mais la seule composante RB est déterminée. (Suivant le guide GTA F2C ARF)

**Analyse complémentaire :** une analyse complémentaire peut être utilisée en cas de besoin pour traiter les risques qui affectent les équipements ou les fonctions IPS pour lesquels l'intégrité doit être préservée pour assurer la sécurité.

Un équipement défini comme IPS, sera alors systématiquement protégé si l'impact peut engendrer une conséquence sur l'environnement ou sur la sécurité des personnes. Le niveau de protection foudre minimal requis sera alors le niveau IV.

### Détermination des zones à l'intérieur de la structure :

L'Analyse du Risque Foudre est conduite séparément sur les différentes structures.

Elle décrit les structures ainsi que les réseaux entrants et sortants pour chacun d'entre eux.

Afin de ne pas surévaluer le risque global, des zones homogènes (type de sol, nombre de personnes...) sont définies à l'intérieur de ces structures, et le risque inhérent à chacune de ces zones est défini de la manière suivante :

#### Détermination du niveau de panique :

##### **Faible niveau de panique :**

Par exemple structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100

##### **Niveau de panique moyen :**

Structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes compris entre 100 et 1000

##### **Difficulté d'évacuation :**

Par exemple structures avec personnes immobilisées, hôpitaux

##### **Niveau de panique élevé :**

Par exemple structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1000

#### Détermination du risque d'incendie :

##### **Structures présentant un risque élevé :**

Structures en matériaux combustibles ou structures dont le toit est en matériaux combustibles ou structures avec une charge calorifique particulière supérieure à 800MJ/m<sup>2</sup>.

##### **Structures présentant un risque ordinaire :**

Structures dont la charge calorifique est comprise entre 400MJ/m<sup>2</sup> et 800MJ/m<sup>2</sup>.

##### **Structures présentant un risque faible :**

Structures avec une charge calorifique inférieure à 400MJ/m<sup>2</sup> ou structures ne contenant qu'occasionnellement des matériaux combustibles

*Nota : Une zone n'est considérée à risque d'explosion, que si ce risque est permanent (zone 0).*

#### Définition et efficacité des niveaux de protection

Niveau de protection suivant NF EN 62305-1 et NF C 17-100	Rayon de la sphère fictive (m)	Taille des mailles (m)	Espacement des conducteurs de descente (m)	Courant de crête minima (kA)	Probabilités que le courant de foudre soit inférieur au courant minimal (1)	Courant de crête maximal (kA)	Probabilités que le courant de foudre soit supérieur au courant mini (1)
I	20	5X5	10	3	0.99	200	0.99
II	30	10X10	10	5	0.98	150	0.97
III	45	15X15	15	10	0.97	100	0.91
IV	60	20X20	20	16	0.97	100	0.84

## ETENDUE DE LA MISSION

Notre mission consiste à réaliser : Une analyse de risque foudre portant sur l'ensemble des installations du site, y compris le projet d'agrandissement.

Des modifications du projet par rapport aux éléments fournis pour mener cette Analyse du Risque Foudre ou une augmentation des risques calculés peuvent modifier les conclusions du présent rapport. Des zones Atex existent mais il n'y a pas de zonage atex de réalisé à ce jour. Une mise à jour sera nécessaire en cas de modifications notables des données d'entrée ou de la réalisation d'un DRPE (zonage ATEX).

## LIMITES DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

L'Analyse de Risque Foudre consiste à déterminer le niveau de protection requis pour la protection contre les effets de la foudre des installations considérées. Ceci, afin d'assurer la sécurité des personnes et des biens, et la continuité de service des équipements et fonctions de sécurité.

Concernant les équipements et fonctions de sécurité, seuls ceux et celles dont la protection doit être assurée sont évoqués dans l'analyse de risque foudre.

Ces équipements et fonctions sont identifiés selon la classification du site (SEVESO ou non), soit parmi les Mesures de Maitrise des Risques (M.M.R.), soit parmi les éléments EIPS (Eléments Importants Pour la Sécurité) évoqués dans l'étude de dangers, pour leur vulnérabilité à la foudre.

Les MMR correspondent à un ensemble d'éléments techniques ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. Les mesures sont réparties en 3 catégories :

- prévention : visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable en amont du phénomène dangereux ;
- limitation : visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux ;
- protection : visant à limiter les conséquences sur les cibles potentielles par diminution de la vulnérabilité.

Les MMR ou les EIPS, dont la perte serait à l'origine d'un risque potentiel, ou dégraderait le niveau de sécurité de la structure sont déterminés par l'exploitant.

La prise en compte des éléments IPS à protéger peut être réduite en cas de besoin si un mode commun de défaillance de la chaîne de sécurité est déterminé :

- par l'exploitant qui justifie d'une étude de sûreté de fonctionnement des éléments IPS ;
- par le fabricant de matériel qui prédéfinit l'élément de mode commun à protéger.

L'A.R.F. n'indique pas de solution technique (type de protection contre les effets directs ou indirects de la foudre).

La définition de la protection à mettre en place (paratonnerre, cage maillée, nombre et type de parafoudres, ...) ainsi que la vérification des systèmes de protection existants sont du ressort de l'étude technique.

## PERSONNE(S) RENCONTREE(S)

A notre arrivée, nous nous sommes présentés à Mr LAPEZE François qui nous a accompagnés lors de notre visite.

A l'issue de notre vérification, nous lui avons fait part de nos observations.

## RECAPITULATIF

### GENERALITES

Concernant ce site, et compte tenu des éléments qui nous ont été fournis, les structures ayant fait l'objet d'une analyse détaillée sont les suivantes :

Structures retenues
Bâtiment principal production
Citerne Propane

Les autres structures n'ayant pas été prises en compte dans la mesure où elles n'entraînent pas de risques pour leur environnement, qu'elles ne contiennent pas d'installations classées soumises à l'arrêté du 04/10/2010, ni de dispositifs intervenant dans la gestion de la sécurité du site.

L'analyse des besoins en protection, concernant ces structures ainsi que les Eléments Importants Pour la Sécurité du site, est détaillée dans chacune des fiches relatives à la structure concernée.

Un résumé de ces besoins figure pages suivantes.

**En complément de ces éléments et afin d'assurer la sécurité des personnes durant les périodes orageuses, une procédure interdisant les opérations dangereuses suivantes, doit être mise en place :**

Travaux extérieurs

Travaux sur les réseaux courants forts ou courants faibles

Remplissage de la citerne de Propane

**L'analyse de risque foudre, menée sur les structures retenues, ne faisant apparaître de besoin de protection contre la foudre, la réalisation d'une Etude Technique, ne sera pas nécessaire.**

Les calculs ont été réalisés avec le logiciel DEHN RISK TOOL, en retenant comme densité de foudroiement Nsg (nombre d'impacts par km<sup>2</sup> et par an) la valeur donnée par METEORAGE, qui est inférieure à la valeur donnée par les cartes figurant dans les normes françaises.

<b>Fiche n° 1</b>	<b>STRUCTURE</b>	Identification : <b>Bâtiment principal production</b>
		Localisation : <b>Bâtiment principal production</b>
	<b>Conclusions</b>	<p><b>Structure et Lignes :</b></p> <p>Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est supérieur au risque probable estimé. De ce fait, aucune protection ne sera nécessaire, ni sur la structure, ni sur les lignes d'alimentation et de communication.</p>

<b>Fiche n° 2</b>	<b>STRUCTURE</b>	Identification : <b>Citerne Propane</b>
		Localisation : <b>Extérieur</b>
	<b>Conclusions</b>	<p><b>Structure et Lignes :</b></p> <p>Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est supérieur au risque probable estimé. De ce fait, aucune protection ne sera nécessaire sur la structure.</p>

## Fiche Généralités

### DOCUMENTS PRESENTES

<b>Documents</b>	<p>Documents utilisés pour l'Analyse de risque :</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Extraits de l'étude de dangers<sup>(1)</sup> : Néant</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Plan de masse des structures : Plan de masse APS, plan Rdc, Plan extension N°1 Rdc du 17/03/2020 Plan Rdc N°2 du 25/03/2020, Plan de masse N°1 du 25/03/2020</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Plans de coupe et d'élévation des structures : Plan élévation APS 1 du 17/03/2020</li><li><input type="checkbox"/> Localisation des zones à risque d'incendie/Explosion (ATEX) : Néant, non réalisé</li><li><input type="checkbox"/> Plan des réseaux conducteurs entrants et sortants des structures : Relevé sur place</li><li><input type="checkbox"/> Plan des liaisons équipotentielle entre le réseau de terre et les réseaux métalliques pénétrant dans les structures. : Relevé sur place</li><li><input type="checkbox"/> Schéma de principe du réseau de terre : Relevé sur place</li><li><input type="checkbox"/> Relevé des fonctions importantes pour la sécurité (IPS) : Relevé sur place</li><li><input type="checkbox"/> Caractéristiques et localisation des moyens de protection existants</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Arrêté préfectoral en date du 20/12/2004 et 17/10/2005</li><li><input type="checkbox"/> Analyse de risque foudre/Etude préalable existante : Néant</li></ul> <p>(1) L'absence du Dossier d'étude de dangers nous conduira éventuellement à adopter des choix maximalistes pour l'ensemble des structures.</p>
------------------	--

## DONNEES NECESSAIRES A L'APPROCHE ANALYSE DU RISQUE Foudre

<p><b>Activité de l'établissement</b></p>	<p>Etablissement industriel soumis à la législation des Installations classées ayant pour activité principale : Fabrication de fenêtre en bois et en aluminium.</p>
<p><b>Caractéristiques</b></p>	<p><b>Descriptif du site et des services entrants :</b></p> <p>Le site est composé de d'un Bâtiment principal de production d'huissierie et d'une citerne de Propane extérieure. Un projet d'agrandissement de production est prévu (suivant plan).</p>  <p>Il est alimenté en HT par l'intermédiaire d'une ligne souterraine aboutissant dans le poste de livraison/transformation, et dont la longueur au premier nœud d'alimentation n'est pas connue.</p> <p>Les télécommunications avec l'extérieur sont transmises par l'intermédiaire d'une ligne souterraine aboutissant dans les bureaux, et dont la longueur au premier nœud de répartition n'est pas connue.</p>

	<p>L'alimentation en gaz est réalisée par une canalisation conductrice aboutissant dans l'atelier. L'alimentation en eau est réalisée par une canalisation non conductrice en PER aboutissant les vestiaires.</p> <p><b>Structures adjacentes :</b> Etablissements industriels et artisanaux</p> <p><b>Topologie du site :</b> Terrain plat</p>
<p><b>Mesures de prévention en cas d'orage</b></p>	<p>Aucune mesure de prévention particulière n'est prévue.</p>
<p><b>Système de détection d'orage</b></p>	<p>Le site n'est pas équipé de dispositif particulier.</p>
<p><b>Données statistiques</b></p>	<div data-bbox="422 795 957 1332"> </div> <div data-bbox="973 795 1197 1041"> <p><b>Ville :</b> REDENE (29234)</p> <p><b>Superficie :</b> 25,09 km<sup>2</sup></p> <p><b>Période d'analyse :</b> 2010-2019</p> </div> <hr/> <p>Statistiques du foudroiement</p> <p>➔ <b>N<sub>SG</sub> : 0,23 impacts/km<sup>2</sup>/an</b></p> <p>Foudroiement Infime</p> <p>Faible &lt; 0.67 Nsg Intense &gt; 3.74 Nsg</p> <p>Indice de confiance statistique : <b>Bon</b> ⓘ</p> <p>L'intervalle de confiance à 95% est : [0,18 - 0,30].</p> <p>➔ <b>Nombre de jours d'orage : 4 jours par an</b></p> <hr/> <p>N<sub>SG</sub> : valeur normative de référence (NF EN 62858 – NF C 17-858)</p>

## IDENTIFICATION DES EVENEMENTS REDOUTES ET MOYENS DE PROTECTION/PREVENTION ASSOCIES

Sont recensés dans les tableaux suivant, les événements redoutés, les Mesures de Maitrise des Risques et/ou les équipements importants pour la sécurité, issus de l'étude danger complétés si besoin par les informations qui nous ont été transmises par l'exploitant et/ou recueillies suite à l'audit effectué sur place :

Scenario retenu	Moyens de protection/prévention mis en œuvre pour limiter les conséquences du scénario	La foudre peut-elle être un facteur déclenchant du scénario ?	La foudre peut-elle être un facteur aggravant en affectant les moyens de protection/prévention existants ?
Incendie	Extincteurs/désenfumage	Oui	Non
Explosion	Liaisons équipotentielle	Oui	Non

**Nota : Des Zones Atex ont été identifié par ASM (Cabine peinture, stockage vernis/peintures, aspiration) mais aucun rapport de zonage Atex (DRPE) n'a été réalisé. Réaliser un DRPE, afin de définir les risques d'explosion (0 ou 20). Le local de stockage peintures/vernis et la cabine de peinture ne sont pas impactable directement car situé à l'intérieur du bâtiment production. Mise à la terre de la zone aspiration par un conducteur de cuivre de 25mm<sup>2</sup>.**

Liste des EIPS transmise par le client ou proposée avant validation par le client *			
EIPS (Equipements Importants Pour la Sécurité)	Risque de destruction par la foudre		
	Oui	Non	Commentaires
Extincteurs		X	Manuel
Désenfumage		X	Manuel et automatique

\* Si les Equipements Importants Pour la Sécurité (EIPS) ne sont pas détaillés dans l'étude de dangers, une liste est alors établie par nos soins, et proposée pour validation au client.

## STRUCTURES RETENUES DANS L'ANALYSE DE RISQUE Foudre

Si l'ensemble d'un site classé ICPE soumis à l'arrêté du 04/10/2010 est concerné par l'analyse du risque foudre, certaines de ses installations peuvent ne pas faire l'objet d'une analyse approfondie. Notamment, dans la mesure où elles n'entraînent pas de risques pour leur environnement, et où elles ne contiennent pas de dispositifs intervenant dans la gestion de la sécurité du site.

Suite à l'examen des documents fournis, les structures devant faire l'objet d'une analyse détaillée sont les suivantes :

Structures retenues
Bâtiment existant
Citerne Propane

En revanche, et compte tenu des justifications figurant dans le tableau ci-dessous, les structures suivantes ne feront pas l'objet d'une analyse particulière :

Structures non retenues	Justification
Néant	-

## CHOIX DE LA METHODE D'ANALYSE

Conformément aux prescriptions du guide méthodologique GTA F2C 03-22 version 2.0, la méthode utilisée pour mener notre analyse de risque sera la méthode probabiliste.

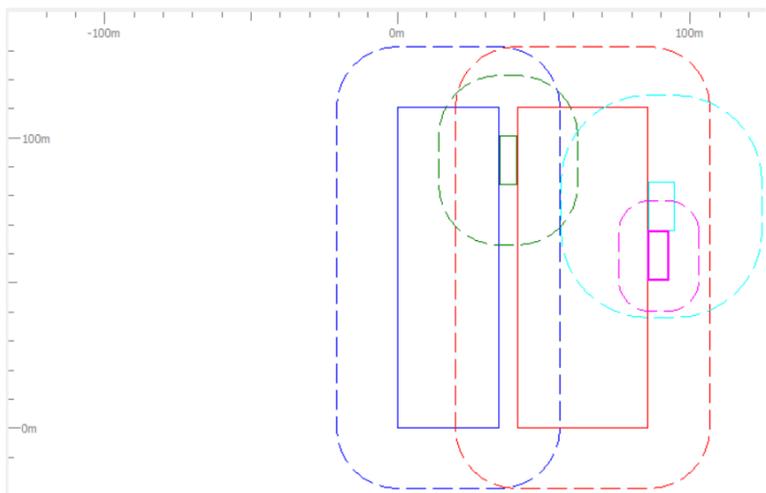
## ANALYSE DE RISQUE DETAILLEE

L'analyse des risques est effectuée structure par structure.

Le détail des données d'entrée utilisées pour la détermination du niveau de protection figure dans les fiches ci-dessous.

**FICHE N° 1 - STRUCTURE 1 – Identification : Bâtiment production**

**DESCRIPTION DE LA STRUCTURE**

Activité		Menuiserie																																											
<b>Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux</b>																																													
Dimensions (m) ( $A_{d/b}$ )		 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Paramètres</th> </tr> <tr> <th>Nom</th> <th>Longueur (m)</th> <th>Largeur (m)</th> <th>Hauteur (m)</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Extension</td> <td>35,00</td> <td>111,00</td> <td>7,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Sas</td> <td>6,00</td> <td>17,00</td> <td>7,00</td> <td>35,00</td> <td>84,00</td> </tr> <tr> <td>Existant</td> <td>45,00</td> <td>111,00</td> <td>7,00</td> <td>41,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Aspiration</td> <td>9,00</td> <td>17,00</td> <td>10,00</td> <td>86,00</td> <td>68,00</td> </tr> <tr> <td>Locaux techniques</td> <td>7,00</td> <td>17,00</td> <td>3,50</td> <td>86,00</td> <td>51,00</td> </tr> </tbody> </table>		Paramètres						Nom	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	X	Y	Extension	35,00	111,00	7,00	0,00	0,00	Sas	6,00	17,00	7,00	35,00	84,00	Existant	45,00	111,00	7,00	41,00	0,00	Aspiration	9,00	17,00	10,00	86,00	68,00	Locaux techniques	7,00	17,00	3,50	86,00	51,00
Paramètres																																													
Nom	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	X	Y																																								
Extension	35,00	111,00	7,00	0,00	0,00																																								
Sas	6,00	17,00	7,00	35,00	84,00																																								
Existant	45,00	111,00	7,00	41,00	0,00																																								
Aspiration	9,00	17,00	10,00	86,00	68,00																																								
Locaux techniques	7,00	17,00	3,50	86,00	51,00																																								
Facteur d'emplacement ( $C_{d/b}$ )		Structure entourée par des objets de la même hauteur ou plus petits																																											
<b>Blindage</b>																																													
Blindage de la structure, toutes zones ( $K_{S1}$ ) (Frontière ZPF0/1)		Taille de la maille verticale : 10m																																											
<b>Informations complémentaires relatives à la structure et utiles à la compréhension de l'analyse</b>																																													
Constitution		Structure : Métallique Toiture : Bac acier Parois : Bardage métallique																																											
Canalisations conductrices provenant de l'extérieur de la structure	Localisation	Eléments	Liaisons équipotentielles avec la prise de terre du bâtiment																																										
	Vestiaires	Canalisations d'eau	Sans objet en PE																																										
	Atelier	Canalisations de gaz	Non à réaliser en 25mm <sup>2</sup>																																										

	Extérieur	Canalisations d'aspiration	Oui en 25mm²
--	-----------	----------------------------	--------------

Dispositifs de protection foudre existants			
Protections contre les effets directs de la foudre	Type, référence, marque	Hauteur (m)	Caractéristiques
	Néant	-	-
Protections contre les effets indirects de la foudre	Localisation	Type	référence, marque
	-	-	-

Equipements importants pour la sécurité		
Localisation	Élément	Protégé par parafoudres
-	-	-

## IDENTIFICATION DES LIGNES PROVENANT DE L'EXTERIEUR DE LA STRUCTURE :

Ci-dessous sont listées les lignes provenant de l'extérieur de la structure, et par lesquelles une surtension serait susceptible d'être conduite à l'intérieur de cette structure.

LIGNE N° 1	
Nature de la ligne : Haute Tension	Nom de la ligne : Alimentation HT
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Bâtiment principal, bureaux	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service $N_L$	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur ( $L_c$ )	1000 m (valeur de la norme par défaut)
Résistivité du sol ( $\rho$ )	500 $\Omega$ .m (valeur de la norme par défaut)
Facteur d'emplacement du service ( $C_d$ )	Entourée d'objets plus hauts
Facteur d'environnement du service ( $C_e$ )	Suburbain ( $h \leq 10$ m)
Facteur de type de service ( $C_t$ )	Puissance HT avec transformateur HT/BT
Structure à l'extrémité du service ( $A_{d/a}$ )	
Facteur d'emplacement de cette structure ( $C_{d/a}$ )	Structure entourée d'objets plus hauts
Probabilité des dommages	
Type câblage interne	Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles ( $S : 50 \text{ m}^2$ )
Tension de tenue des réseaux internes ( $P_{LD}, P_{LI}$ )	1.5 kV
Type câblage externe	Câble blindé dont le blindage est relié à la borne d'équipotentialité à laquelle le matériel est connecté : $1\Omega/\text{km} < R < 5\Omega/\text{km}$

<b>LIGNE N° 2</b>	
Nature de la ligne : Basse Tension	Nom de la ligne : Arrivée Télécommunications
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Bureaux	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service $N_L$	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur ( $L_c$ )	1000 m (valeur de la norme par défaut)
Résistivité du sol ( $\rho$ )	500 $\Omega \cdot m$ (valeur de la norme par défaut)
Facteur d'emplacement du service ( $C_d$ )	Entourée d'objets plus hauts
Facteur d'environnement du service ( $C_e$ )	Suburbain ( $h \leq 10m$ )
Facteur de type de service ( $C_t$ )	Puissance BT, communication, transmission de données
Structure à l'extrémité du service ( $A_{d/a}$ )	
Facteur d'emplacement de cette structure ( $C_{d/a}$ )	Structure entourée d'objets plus hauts
Probabilité des dommages	
Type câblage interne	Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles ( $S : 50 m^2$ )
Tension de tenue des réseaux internes ( $P_{LD}, P_{LI}$ )	1.5 kV
Type câblage externe	Câble blindé dont le blindage n'est pas relié à la borne d'équipotentialité à laquelle le matériel est connecté

<b>LIGNE N° 3</b>	
Nature de la ligne : Basse Tension	Nom de la ligne : Portail
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Bâtiment principal	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service $N_L$	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur ( $L_c$ )	100 m
Résistivité du sol ( $\rho$ )	500 $\Omega \cdot m$ (valeur de la norme par défaut)
Facteur d'emplacement du service ( $C_d$ )	Entourée d'objets plus hauts
Facteur d'environnement du service ( $C_e$ )	Suburbain ( $h \leq 10m$ )
Facteur de type de service ( $C_t$ )	Puissance BT, communication, transmission de données
Structure à l'extrémité du service ( $A_{d/a}$ )	L (m) : 1      l (m) : 1      h (m) : 2
Facteur d'emplacement de cette structure ( $C_{d/a}$ )	Structure entourée d'objets plus hauts
Probabilité des dommages	
Type câblage interne	Câble non blindé – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles ( $S : 0.5 m^2$ )
Tension de tenue des réseaux internes ( $P_{LD}, P_{LI}$ )	2.5 kV
Type câblage externe	Câble non blindé ou blindé dont le blindage a une résistance $R > 20 \Omega/km$

## DETERMINATION DES ZONES A L'INTERIEUR DE LA STRUCTURE

L'Analyse du Risque Foudre est conduite séparément sur les différentes structures.

Elle décrit les structures ainsi que les réseaux entrants et sortants pour chacun d'entre eux.

Afin de ne pas surévaluer le risque global, des zones homogènes (type de sol, nombre de personnes, risque ...) sont définies à l'intérieur de ces structures. Ces zones sont les suivantes :

- Zone n°1 : Bureaux
- Zone n°2 : Zone atelier de production
- Zone n°3 : Zone Aspiration

### Tableau du calcul des pertes des zones:

	ZONES DETERMINEES	Distribution des personnes <b>np</b>	Durée présence annuelle dans la zone			Valeur type L't	Valeur type L'f	Calcul de la valeur finale L't	Calcul de la valeur finale L'f
			Nbre d'heures par jour	Nbre jours par semaine	Calcul de la durée <b>tp</b>				
<b>Mixal</b>	Zone 1 : Bureaux	10	10	5	2600	1,00E-04	0,05	<b>4,87E-06</b>	<b>2,43E-03</b>
	Zone 2 : production	50	11	4,5	2574	1,00E-04	0,05	<b>2,41E-05</b>	<b>1,20E-02</b>
	Zone 3 : Zone aspiration	1	0,5	5	130	1,00E-04	0,05	<b>2,43E-08</b>	<b>1,22E-05</b>
					0	1,00E-04	0,05	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>
					0	1,00E-04	0,05	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>
	Total personnes dans la structure <b>nt</b>	61							

**ZONE N° 1 : BUREAUX**

Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas

Type de sol ( $r_u$ )	Céramique
-----------------------	-----------

Probabilité qu'un impact sur un service entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas

Protections contre tension de contact et de pas ( $p_u$ )	Pas de mesures de protection
---	------------------------------

Services externes pénétrant dans la zone

Systèmes intérieurs à la zone	Réseau BT Lignes de télétransmission
-------------------------------	---

Incendie

Protection anti-incendie ( $R_p$ )	Extinction manuelle
	Justification : Extincteurs

Risque d'incendie ( $R_f$ )	Incendie ordinaire
	Justification : calcul du pouvoir calorifique entre 400 et 800MJ/m <sup>2</sup> selon Norme NF EN 1991

Risque d'incendie ( $R_f$ )	Incendie ordinaire
	Justification : calcul du pouvoir calorifique entre 400 et 800MJ/m <sup>2</sup> selon Norme NF EN 1991

Risque d'incendie ( $R_f$ )	Incendie ordinaire
	Justification : calcul du pouvoir calorifique entre 400 et 800MJ/m <sup>2</sup> selon Norme NF EN 1991

Blindage

Blindage de la zone considérée ( $K_{s2}$ ) (Frontière ZPF X/Y avec X>0 et Y>1)	Pas de blindage
---	-----------------

Pertes humaines

En cas de tension de contact ( $L_u$ )	Valeur typique $L_u = 4,87 \times 10^{-6}$
	Nombre total de personnes dans le bâtiment : $n_t = 61$ Nombre de personnes potentiellement en danger : $n_p = 10$ Temps de présence des personnes dans la zone $t_z$ (heures/an) : 2600

En cas d'incendie ( $L_f$ )	Valeur typique $L_f = 2,43 \times 10^{-3}$
	Nombre total de personnes dans le bâtiment : $n_t = 61$ Nombre de personnes potentiellement en danger : $n_p = 10$

**ZONE N° 1 : BUREAUX**

	Temps de présence des personnes dans la zone $t_z$ (heures/an) : 2600
En cas de surtensions (zones à risque d'explosion ou hôpitaux) ( $L_o$ )	Valeur typique $L_o = 0$ (absence de risque)
Dangers particuliers (hz)	Faible niveau de panique
	Justification : 10 personnes en simple Rdc ; issues balisées

### ZONE N°2 : Production

Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas

Type de sol ( $r_u$ )	Béton
-----------------------	-------

Probabilité qu'un impact sur un service entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas

Protections contre tension de contact et de pas ( $p_u$ )	Pas de mesures de protection
---	------------------------------

#### Services externes pénétrant dans la zone

Systèmes intérieurs à la zone	Réseau BT Portail
-------------------------------	----------------------

#### Incendie

Protection anti-incendie ( $R_p$ )	Extinction manuelle
	Justification : Extincteurs

Risque d'incendie ( $R_i$ )	Incendie Elevé
	Justification : Stockage max : 500m <sup>3</sup> de bois (0,65 T/m <sup>3</sup> ) (PCI du bois : 21MJ/Kg) Vernis 30L (25MJ/Kg) Huile transformateur 380Kg ((42MJ/Kg)

	Incendie Elevé
--	----------------

Justification :  
Stockage max : 500m<sup>3</sup> de bois (0,65 T/m<sup>3</sup>) (PCI du bois : 21MJ/Kg)  
Vernis 30L (25MJ/Kg)  
Huile transformateur 380Kg ((42MJ/Kg)

PCI total : ( 500x650x21 ) + ( 30x25 ) + ( 380x42 ) = 6 841 710MJ  
PCI/m<sup>2</sup> : 6 841 710 / 8504 = **805 MJ/m<sup>2</sup>**

**Nota : Risque d'explosion non retenu pour le local stock peintures/vernis et la cabine de peinture ; zonage Atex non réalisé. C'est zones sont située à l'intérieur du bâtiment production et ne sont pas impactable directement.**

#### Blindage

Blindage de la zone considérée ( $K_{s2}$ ) (Frontière ZPF X/Y avec X>0 et Y>1)	Pas de blindage
---	-----------------

**ZONE N°2 : Production****Pertes humaines**

En cas de tension de contact ( $L_u$ )	Valeur typique $L_u = 2,41 \times 10^{-5}$ Nombre total de personnes dans le bâtiment : $n_t = 61$ Nombre de personnes potentiellement en danger : $n_p = 50$ Temps de présence des personnes dans la zone $t_z$ (heures/an) : 2600
En cas d'incendie ( $L_f$ )	Valeur typique $L_f = 1,2 \times 10^{-2}$ Nombre total de personnes dans le bâtiment : $n_t = 61$ Nombre de personnes potentiellement en danger : $n_p = 50$ Temps de présence des personnes dans la zone $t_z$ (heures/an) : 2600
En cas de surtensions (zones à risque d'explosion ou hôpitaux) ( $L_o$ )	Valeur typique $L_o = 0$ (absence de risque)
Dangers particuliers (hz)	Faible niveau de panique
	Justification : 50 personnes en simple Rdc ; issues balisées

<b>ZONE N°3 : Zone aspiration</b>	
Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas	
Type de sol ( $r_u$ )	Béton
Probabilité qu'un impact sur un service entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas	
Protections contre tension de contact et de pas ( $p_u$ )	Pas de mesures de protection
Services externes pénétrant dans la zone	
Systèmes intérieurs à la zone	Réseau BT
<b>Incendie</b>	
Protection anti-incendie ( $R_p$ )	Non retenu
	Justification : Risque d'explosion
Risque d'incendie ( $R_f$ )	Explosion Zone 0/20
	Justification : Présence de Zone Atex dans le cyclone d'aspiration
<b>Blindage</b>	
Blindage de la zone considérée ( $K_{S2}$ ) (Frontière ZPF X/Y avec $X>0$ et $Y>1$ )	Pas de blindage
<b>Pertes humaines</b>	
En cas de tension de contact ( $L_u$ )	Valeur typique $L_u = 2,43 \times 10^{-8}$ Nombre total de personnes dans le bâtiment : $n_t = 61$ Nombre de personnes potentiellement en danger : $n_p = 1$ Temps de présence des personnes dans la zone $t_z$ (heures/an) : 130
En cas d'incendie ( $L_f$ )	Valeur typique $L_f = 1,22 \times 10^{-5}$ Nombre total de personnes dans le bâtiment : $n_t = 61$ Nombre de personnes potentiellement en danger : $n_p = 1$ Temps de présence des personnes dans la zone $t_z$ (heures/an) : 130

**ZONE N°3 : Zone aspiration**

En cas de surtensions (zones à risque d'explosion ou hôpitaux) ( $L_o$ )	Valeur typique $L_o = 2,43 \times 10^{-5}$ Nombre total de personnes dans le bâtiment : $n_t = 61$ Nombre de personnes potentiellement en danger : $n_p = 1$ Temps de présence des personnes dans la zone $t_z$ (heures/an) : 130
Dangers particuliers (hz)	Faible niveau de panique
	Justification : 1 personne ponctuellement pour entretien et nettoyage

## DESCRIPTIF DE LA ZONE EXTERIEURE A LA STRUCTURE

La zone décrite ci-dessous est la zone située dans le volume de protection de la structure.

ZONE EXTERIEURE	
<b>Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas</b>	
Type de sol ( $r_a$ )	Asphalte
Protections contre tension de contact et de pas ( $p_a$ )	Pas de mesures de protection
<b>Services externes pénétrant dans la zone</b>	
Systèmes intérieurs à la zone	Néant
<b>Incendie</b>	
Protection anti-incendie ( $R_p$ )	Pas de disposition
	Justification : Extérieur
Risque d'incendie ( $R_f$ )	Incendie : Pas de risque
	Justification : Extérieur
<b>Pertes humaines</b>	
En cas de tension de contact	Valeur typique $L_a = 0.01$ (valeur de la norme)
En cas d'incendie	Valeur typique $L_f = 0$ (valeur de la norme)
En cas de surtensions (zones à risque d'explosion ou hôpitaux)	Valeur typique $L_o = 0$ (valeur de la norme)
Dangers particuliers ( $h_z$ )	Pas de danger particulier
	Justification : Extérieurs dégagés

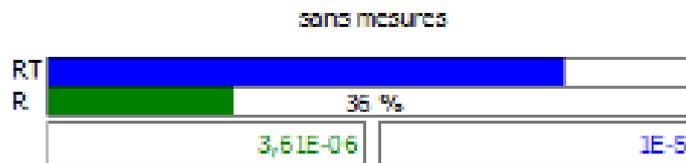
## DETERMINATION DES COMPOSANTES DES RISQUES RELATIFS A LA Foudre

### Risque estimé :

L'estimation du risque consiste à additionner les différentes composantes du risque afin de déterminer la valeur de R1 (risque de pertes de vies humaines).  
Lorsque la valeur du risque R1 est inférieure à la valeur du risque tolérable RT, fixée par convention à  $1E^{-5}$ , l'installation est alors considérée comme protégée.  
Dans le cas contraire, les composantes critiques sont identifiées afin de déterminer la mesure la plus efficace de réduction du risque à mettre en oeuvre.

### Pertes humaines

### Risque estimé avant mise en place des protections :



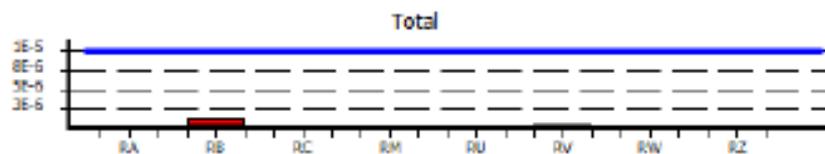
Risque tolérable  $R_T$ : 1,00E-05  
Calcul du risque R1 (sans protection): 3,61E-06

Avec :

RT : Risque tolérable.

R : Risque estimé

### Différentes composantes du risque avant mise en place des protections :



### Protections non nécessaires

Avec :

- RA** : composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.
- RB** : composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.
- RC** : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'Impulsion Electromagnétique Foudre (IEMF) d'un impact direct sur la structure.
- RM** : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF d'un impact à proximité de la structure
- RU** : composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.
- RV** : composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une structure extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes.
- RW** : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à l'intérieur de la structure.
- RZ** : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque

d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

**IEMF** : Impulsion électromagnétique Foudre

## DETERMINATION DU NIVEAU DE PROTECTION

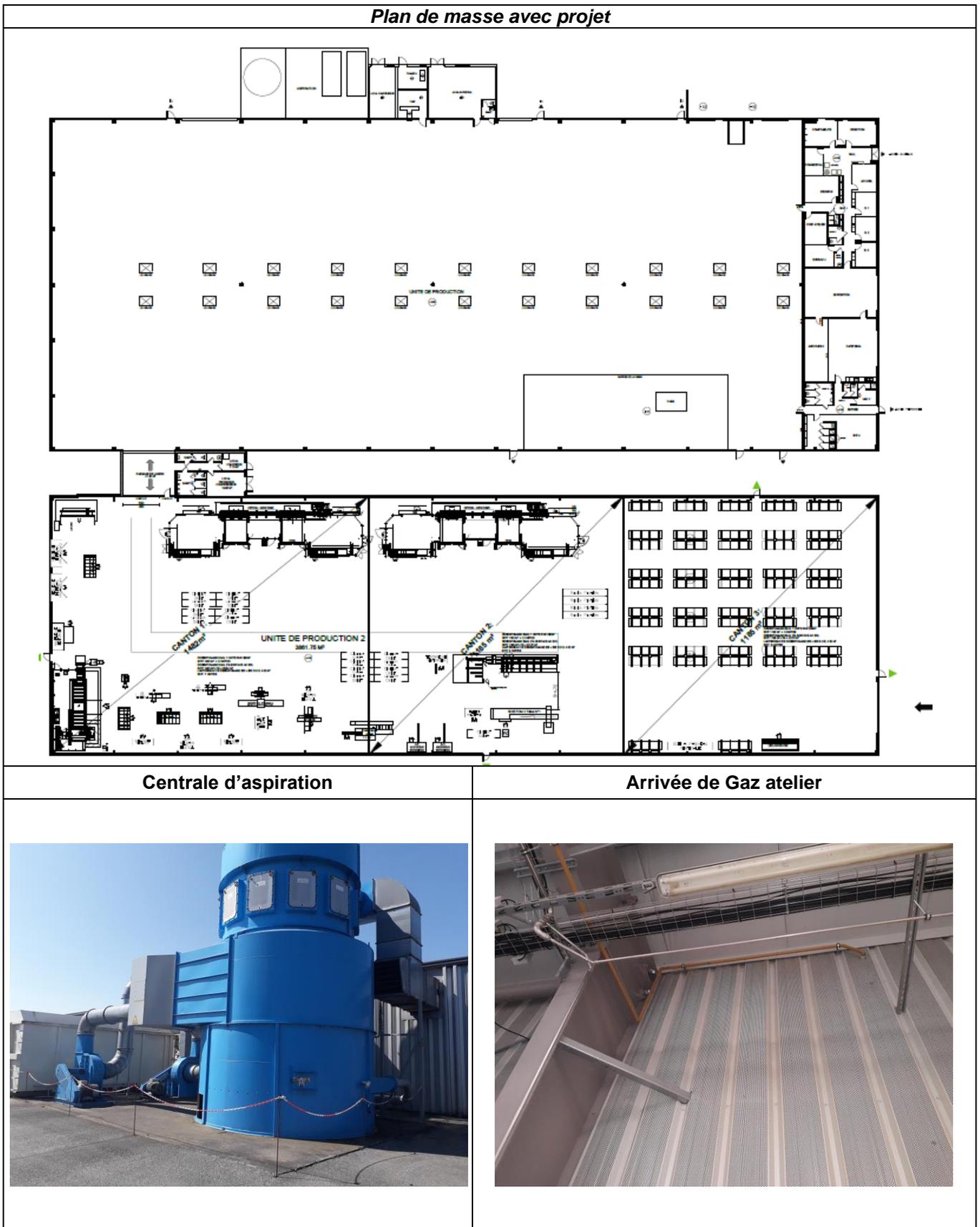
### CONCLUSIONS

#### **Structure et Lignes :**

Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est supérieur au risque probable estimé. De ce fait, aucune protection ne sera nécessaire, ni sur la structure, ni sur les lignes d'alimentation et de communication.

**ANNEXES RELATIVES A LA STRUCTURE ETUDIEE :**

**Photographies de la structure et de ses installations:**



**Fond de fouille et mise à la terre charpente**



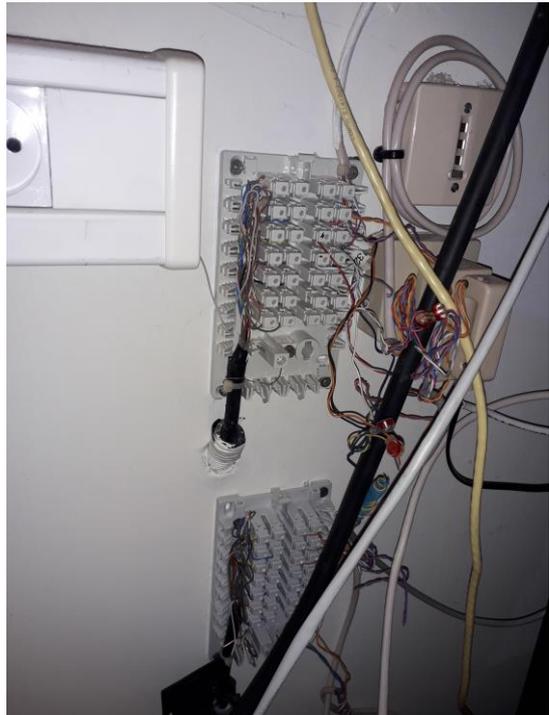
**Mise à la terre centrale d'aspiration**



**Mise à la terre en 6mm<sup>2</sup> eau**



**Arrivée Télécom au local info bureaux**



## FICHE N° 2 - STRUCTURE 2 – Identification : Citerne Propane

### DESCRIPTION DE LA STRUCTURE

Activité	Stockage Gaz Propane		
<b>Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux</b>			
Dimensions (m) ( $A_{d/b}$ )	L (m) : 5	l (m) : 2	h (m) : 2
Facteur d'emplacement ( $C_{d/b}$ )	Structure entourée d'objets plus hauts		
<b>Blindage</b>			
Blindage de la structure, toutes zones ( $K_{S1}$ ) (Frontière ZPF0/1)	Epaisseur blindage écran continu $\geq 0.1\text{mm}$		
<b>Informations complémentaires relatives à la structure et utiles à la compréhension de l'analyse</b>			
Constitution	<u>Structure</u> : Métallique continu		
Canalisations conductrices provenant de l'extérieur de la structure	Localisation	Eléments	Liaisons équipotentielles avec la prise de terre du bâtiment
	Citerne	Canalisations de gaz	<b>Non à réaliser en 25mm<sup>2</sup></b>

Dispositifs de protection foudre existants			
	Type, référence, marque	Hauteur (m)	Caractéristiques
Protections contre les effets directs de la foudre	-	-	-
Protections contre les effets indirects de la foudre	Localisation	Type	référence, marque
	-	-	-

Equipements importants pour la sécurité		
Localisation	Elément	Protégé par parafoudres
-	-	-

**IDENTIFICATION DES LIGNES PROVENANT DE L'EXTERIEUR DE LA STRUCTURE :**

Ci-dessous sont listées les lignes provenant de l'extérieur de la structure, et par lesquelles une surtension serait susceptible d'être conduite à l'intérieur de cette structure.

LIGNE N° 1	
Nature de la ligne : Ligne fictive pour le calcul	Nom de la ligne : Ligne fictive pour le calcul
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Extérieur citerne Propane	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service $N_L$	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur ( $L_c$ )	9 m
Résistivité du sol ( $\rho$ )	500 $\Omega \cdot m$ (Valeur de la norme par défaut)
Facteur d'emplacement du service ( $C_d$ )	Entourée d'objets plus hauts
Facteur d'environnement du service ( $C_e$ )	
Facteur de type de service ( $C_t$ )	Puissance HT
Structure à l'extrémité du service ( $A_{d/a}$ )	
Facteur d'emplacement de cette structure ( $C_{d/a}$ )	Structure entourée d'objets plus hauts
Probabilité des dommages	
Type câblage interne	Câble non blindé – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles ( $S : 0.5 \text{ m}^2$ )
Tension de tenue des réseaux internes ( $P_{LD}, P_{LI}$ )	6 kV
Type câblage externe	Câble blindé dont le blindage est relié à la borne d'équipotentialité à laquelle le matériel est connecté : $R < 1 \Omega / km$

## **DETERMINATION DES ZONES A L'INTERIEUR DE LA STRUCTURE**

L'Analyse du Risque Foudre est conduite séparément sur les différentes structures.

Elle décrit les structures ainsi que les réseaux entrants et sortants pour chacun d'entre eux.

Afin de ne pas surévaluer le risque global, des zones homogènes (type de sol, nombre de personnes, risque ...) sont définies à l'intérieur de ces structures. Ces zones sont les suivantes :

- Zone n°1 : Citerne Propane

<b>ZONE N° 1 : Citerne Propane</b>	
Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas	
Type de sol ( $r_u$ )	Gravier
Probabilité qu'un impact sur un service entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas	
Protections contre tension de contact et de pas ( $p_u$ )	Pas de mesures de protection
Services externes pénétrant dans la zone	
Systèmes intérieurs à la zone	Ligne fictive pour le calcul
<b>Incendie</b>	
Protection anti-incendie ( $R_p$ )	Extinction Manuelle
	Justification : Extincteurs
Risque d'incendie ( $R_i$ )	Incendie élevé
	Justification : 6,7T de Propane (46,4MJ/Kg) <b>PCI total : 310 880 MJ</b> <b>PCI /m<sup>2</sup> :</b> <b>310 880 /(2x5) = 31 088MJ/m<sup>2</sup></b>  <b>Risque Explosion non retenu</b> <b>Seulement une Zone 2 de 50cm autour des soupapes selon rapport Atex</b>
<b>Blindage</b>	
Blindage de la zone considérée ( $K_{s2}$ ) (Frontière ZPF X/Y avec $X>0$ et $Y>1$ )	Pas de blindage
<b>Pertes humaines</b>	
En cas de tension de contact ( $L_u$ )	Valeur typique $L_u= 0$
En cas d'incendie ( $L_i$ )	Valeur typique $L_i= 0$

**ZONE N° 1 : Citerne Propane**

En cas de surtensions (zones à risque d'explosion ou hôpitaux) ( $L_0$ )	Valeur typique $L_0 = 0$ (absence de risque)
Dangers particuliers (hz)	Pas de danger particulier
	Justification : Personne à l'intérieur de la citerne

## DESCRIPTIF DE LA ZONE EXTERIEURE A LA STRUCTURE

La zone décrite ci-dessous est la zone située dans le volume de protection de la structure.

ZONE EXTERIEURE	
<b>Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas</b>	
Type de sol ( $r_a$ )	Agricole
Protections contre tension de contact et de pas ( $p_a$ )	Pas de mesures de protection
<b>Services externes pénétrant dans la zone</b>	
Systèmes intérieurs à la zone	Néant
<b>Incendie</b>	
Protection anti-incendie ( $R_p$ )	Extinction manuelle
	Justification : Extincteurs
Risque d'incendie ( $R_i$ )	Incendie : Pas de risque
	Justification : Extérieur
<b>Pertes humaines</b>	
En cas de tension de contact	Valeur $L_a = 2.28 \times 10^{-6}$ Nombre total de personnes dans la zone $n_t$ : 1 Nombre de personnes potentiellement en danger $n_p$ : 1 Temps de présence des personnes dans la zone $t$ (heures/an): 2
En cas d'incendie	Valeur $L_f = 1.14 \times 10^{-5}$ Nombre total de personnes dans la zone $n_t$ : 1 Nombre de personnes potentiellement en danger $n_p$ : 1 Temps de présence des personnes dans la zone $t$ (heures/an): 2
En cas de surtensions (zones à risque d'explosion ou hôpitaux)	Valeur typique $L_o = 0$ (valeur de la norme)

**ZONE EXTERIEURE**

Dangers particuliers (hz)

Menace pour la zone concernée ou l'environnement

Justification : 1 personne 2 heures/an pour le remplissage, extérieur dégagé.

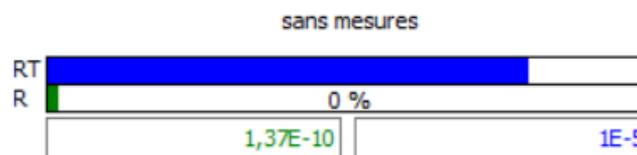
## DETERMINATION DES COMPOSANTES DES RISQUES RELATIFS A LA FOUDRE

### Risque estimé :

L'estimation du risque consiste à additionner les différentes composantes du risque afin de déterminer la valeur de R1 (risque de pertes de vies humaines).  
Lorsque la valeur du risque R1 est inférieure à la valeur du risque tolérable RT, fixée par convention à  $1E^{-5}$ , l'installation est alors considérée comme protégée.  
Dans le cas contraire, les composantes critiques sont identifiées afin de déterminer la mesure la plus efficace de réduction du risque à mettre en oeuvre.

### Pertes humaines

### Risque estimé avant mise en place des protections :



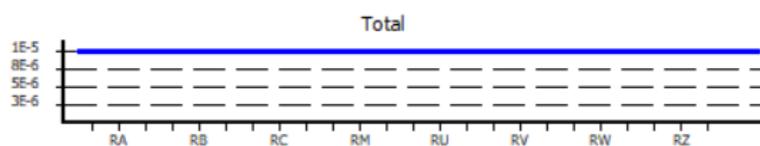
Risque tolérable  $R_T$ : 1,00E-05  
Calcul du risque R1 (sans protection): 1,37E-10

Avec :

RT : Risque tolérable.

R : Risque estimé

### Différentes composantes du risque avant mise en place des protections :



### Protections non nécessaires

Avec :

- RA** : composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.
  - RB** : composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.
  - RC** : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'Impulsion Electromagnétique Foudre (IEMF) d'un impact direct sur la structure.
  - RM** : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF d'un impact à proximité de la structure
  - RU** : composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.
  - RV** : composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une structure extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes.
  - RW** : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à l'intérieur de la structure.
  - RZ** : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.
- IEMF** : Impulsion électromagnétique Foudre

## DETERMINATION DU NIVEAU DE PROTECTION

### CONCLUSIONS

#### Structure et Lignes :

Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est supérieur au risque probable estimé. De ce fait, aucune protection ne sera nécessaire sur la structure.

**ANNEXES RELATIVES A LA STRUCTURE ETUDIEE :**

**Photographies de la structure et de ses installations:**

**Citerne Propane**



**Prise de terre Citerne**



**Zonage Atex Citerne**

**Les zones « ATEX »** Ref. 516 mai 2017  
**Installations de gaz de pétrole liquéfié**  
 Stockage en clientèle - Distribution de GPL et propane

**Références**  
 - Les dispositions de la réglementation Atmosphère Explosive (ATEX) issues des directives européennes 1999/92/CE (16.12.1999) et 2014/54/UE (26.02.2014).  
 - Le rapport d'étude ATEX INERS n° 78 578 de septembre 2006 exploité par le CFBP propose un classement en zones pour les différents stockages GPL implantés en clientèle.

**Zones « ATEX » générées**

Réservoir aérien	Réservoir enterré	Canalisation contenant du GPL liquide	Distributeur
Les réservoirs aériens et leurs équipements, les opérations de déchargement en clientèle ne génèrent pas de zone ATEX.	Le clapet d'empêchement, le clapet de déchargement ou le clapet de sécurité d'un réservoir enterré (même confiné) génèrent une zone 2 permanente à l'intérieur du capot et une zone 2 temporaire (idem) sphérique de rayon 0,5 m au-dessus de sa même capot lors des opérations de transfert de ce même produit.	Les soupapes d'expansion thermique situées sur les canalisations liquides génèrent une zone 2 sphérique de rayon 0,50 m autour de la soupape.	Le clapet d'expansion thermique situé sur la canalisation liquide (même confiné) génère une zone 2 temporaire à l'intérieur du distributeur.

Une zone ATEX est signalée par la mise en place d'un panneau signalétique sur :  
 - le capot du réservoir GPL enterré (absence de clapet) ou la clôture du stockage GPL enterré,  
 - la canalisation liquide équipée du clapet d'expansion thermique ou la clôture du stockage GPL,  
 - à l'intérieur de l'appareil distributeur ou une atmosphère explosive est susceptible de se présenter en fonctionnement normal sur une courte durée.

**Les matériels électriques utilisables dans une atmosphère explosive (zone 2)**  
 Les matériels électriques, les équipements mécaniques ou pneumatiques qui peuvent générer d'une façon ou d'une autre, des étincelles ou un échauffement pouvant être source d'inflammation, doivent comporter depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2003, le marquage suivant :

**CE 0081 Ex II 3G EEX dm IIA T2**

Type d'atmosphère : II (atmosphère explosive) Niveau de protection de l'équipement contre les étincelles : Ex II	Groupe et sous-groupe de l'équipement : II 3G Type d'atmosphère explosive : II (atmosphère explosive) Niveau de protection de l'équipement contre les étincelles : EEX dm Type d'atmosphère explosive : IIA Température de surface maximale admissible : T2	Attributions de certification : CE 0081 Ex II 3G EEX dm IIA T2 Mode de protection : Ex II 3G EEX dm IIA T2 Niveau de protection : EEX dm Type d'atmosphère explosive : IIA Température de surface maximale admissible : T2	Température de surface maximale admissible du matériel : T1 : 100 °C (limitation) T2 : 200 °C T3 : 300 °C T4 : 400 °C T5 : 500 °C T6 : 600 °C T7 : 700 °C T8 : 800 °C T9 : 900 °C T10 : 1000 °C T11 : 1100 °C T12 : 1200 °C T13 : 1300 °C T14 : 1400 °C T15 : 1500 °C T16 : 1600 °C T17 : 1700 °C T18 : 1800 °C T19 : 1900 °C T20 : 2000 °C T21 : 2100 °C T22 : 2200 °C T23 : 2300 °C T24 : 2400 °C T25 : 2500 °C T26 : 2600 °C T27 : 2700 °C T28 : 2800 °C T29 : 2900 °C T30 : 3000 °C T31 : 3100 °C T32 : 3200 °C T33 : 3300 °C T34 : 3400 °C T35 : 3500 °C T36 : 3600 °C T37 : 3700 °C T38 : 3800 °C T39 : 3900 °C T40 : 4000 °C T41 : 4100 °C T42 : 4200 °C T43 : 4300 °C T44 : 4400 °C T45 : 4500 °C T46 : 4600 °C T47 : 4700 °C T48 : 4800 °C T49 : 4900 °C T50 : 5000 °C T51 : 5100 °C T52 : 5200 °C T53 : 5300 °C T54 : 5400 °C T55 : 5500 °C T56 : 5600 °C T57 : 5700 °C T58 : 5800 °C T59 : 5900 °C T60 : 6000 °C T61 : 6100 °C T62 : 6200 °C T63 : 6300 °C T64 : 6400 °C T65 : 6500 °C T66 : 6600 °C T67 : 6700 °C T68 : 6800 °C T69 : 6900 °C T70 : 7000 °C T71 : 7100 °C T72 : 7200 °C T73 : 7300 °C T74 : 7400 °C T75 : 7500 °C T76 : 7600 °C T77 : 7700 °C T78 : 7800 °C T79 : 7900 °C T80 : 8000 °C T81 : 8100 °C T82 : 8200 °C T83 : 8300 °C T84 : 8400 °C T85 : 8500 °C T86 : 8600 °C T87 : 8700 °C T88 : 8800 °C T89 : 8900 °C T90 : 9000 °C T91 : 9100 °C T92 : 9200 °C T93 : 9300 °C T94 : 9400 °C T95 : 9500 °C T96 : 9600 °C T97 : 9700 °C T98 : 9800 °C T99 : 9900 °C T100 : 10000 °C T101 : 10100 °C T102 : 10200 °C T103 : 10300 °C T104 : 10400 °C T105 : 10500 °C T106 : 10600 °C T107 : 10700 °C T108 : 10800 °C T109 : 10900 °C T110 : 11000 °C T111 : 11100 °C T112 : 11200 °C T113 : 11300 °C T114 : 11400 °C T115 : 11500 °C T116 : 11600 °C T117 : 11700 °C T118 : 11800 °C T119 : 11900 °C T120 : 12000 °C T121 : 12100 °C T122 : 12200 °C T123 : 12300 °C T124 : 12400 °C T125 : 12500 °C T126 : 12600 °C T127 : 12700 °C T128 : 12800 °C T129 : 12900 °C T130 : 13000 °C T131 : 13100 °C T132 : 13200 °C T133 : 13300 °C T134 : 13400 °C T135 : 13500 °C T136 : 13600 °C T137 : 13700 °C T138 : 13800 °C T139 : 13900 °C T140 : 14000 °C T141 : 14100 °C T142 : 14200 °C T143 : 14300 °C T144 : 14400 °C T145 : 14500 °C T146 : 14600 °C T147 : 14700 °C T148 : 14800 °C T149 : 14900 °C T150 : 15000 °C T151 : 15100 °C T152 : 15200 °C T153 : 15300 °C T154 : 15400 °C T155 : 15500 °C T156 : 15600 °C T157 : 15700 °C T158 : 15800 °C T159 : 15900 °C T160 : 16000 °C T161 : 16100 °C T162 : 16200 °C T163 : 16300 °C T164 : 16400 °C T165 : 16500 °C T166 : 16600 °C T167 : 16700 °C T168 : 16800 °C T169 : 16900 °C T170 : 17000 °C T171 : 17100 °C T172 : 17200 °C T173 : 17300 °C T174 : 17400 °C T175 : 17500 °C T176 : 17600 °C T177 : 17700 °C T178 : 17800 °C T179 : 17900 °C T180 : 18000 °C T181 : 18100 °C T182 : 18200 °C T183 : 18300 °C T184 : 18400 °C T185 : 18500 °C T186 : 18600 °C T187 : 18700 °C T188 : 18800 °C T189 : 18900 °C T190 : 19000 °C T191 : 19100 °C T192 : 19200 °C T193 : 19300 °C T194 : 19400 °C T195 : 19500 °C T196 : 19600 °C T197 : 19700 °C T198 : 19800 °C T199 : 19900 °C T200 : 20000 °C T201 : 20100 °C T202 : 20200 °C T203 : 20300 °C T204 : 20400 °C T205 : 20500 °C T206 : 20600 °C T207 : 20700 °C T208 : 20800 °C T209 : 20900 °C T210 : 21000 °C T211 : 21100 °C T212 : 21200 °C T213 : 21300 °C T214 : 21400 °C T215 : 21500 °C T216 : 21600 °C T217 : 21700 °C T218 : 21800 °C T219 : 21900 °C T220 : 22000 °C T221 : 22100 °C T222 : 22200 °C T223 : 22300 °C T224 : 22400 °C T225 : 22500 °C T226 : 22600 °C T227 : 22700 °C T228 : 22800 °C T229 : 22900 °C T230 : 23000 °C T231 : 23100 °C T232 : 23200 °C T233 : 23300 °C T234 : 23400 °C T235 : 23500 °C T236 : 23600 °C T237 : 23700 °C T238 : 23800 °C T239 : 23900 °C T240 : 24000 °C T241 : 24100 °C T242 : 24200 °C T243 : 24300 °C T244 : 24400 °C T245 : 24500 °C T246 : 24600 °C T247 : 24700 °C T248 : 24800 °C T249 : 24900 °C T250 : 25000 °C T251 : 25100 °C T252 : 25200 °C T253 : 25300 °C T254 : 25400 °C T255 : 25500 °C T256 : 25600 °C T257 : 25700 °C T258 : 25800 °C T259 : 25900 °C T260 : 26000 °C T261 : 26100 °C T262 : 26200 °C T263 : 26300 °C T264 : 26400 °C T265 : 26500 °C T266 : 26600 °C T267 : 26700 °C T268 : 26800 °C T269 : 26900 °C T270 : 27000 °C T271 : 27100 °C T272 : 27200 °C T273 : 27300 °C T274 : 27400 °C T275 : 27500 °C T276 : 27600 °C T277 : 27700 °C T278 : 27800 °C T279 : 27900 °C T280 : 28000 °C T281 : 28100 °C T282 : 28200 °C T283 : 28300 °C T284 : 28400 °C T285 : 28500 °C T286 : 28600 °C T287 : 28700 °C T288 : 28800 °C T289 : 28900 °C T290 : 29000 °C T291 : 29100 °C T292 : 29200 °C T293 : 29300 °C T294 : 29400 °C T295 : 29500 °C T296 : 29600 °C T297 : 29700 °C T298 : 29800 °C T299 : 29900 °C T300 : 30000 °C T301 : 30100 °C T302 : 30200 °C T303 : 30300 °C T304 : 30400 °C T305 : 30500 °C T306 : 30600 °C T307 : 30700 °C T308 : 30800 °C T309 : 30900 °C T310 : 31000 °C T311 : 31100 °C T312 : 31200 °C T313 : 31300 °C T314 : 31400 °C T315 : 31500 °C T316 : 31600 °C T317 : 31700 °C T318 : 31800 °C T319 : 31900 °C T320 : 32000 °C T321 : 32100 °C T322 : 32200 °C T323 : 32300 °C T324 : 32400 °C T325 : 32500 °C T326 : 32600 °C T327 : 32700 °C T328 : 32800 °C T329 : 32900 °C T330 : 33000 °C T331 : 33100 °C T332 : 33200 °C T333 : 33300 °C T334 : 33400 °C T335 : 33500 °C T336 : 33600 °C T337 : 33700 °C T338 : 33800 °C T339 : 33900 °C T340 : 34000 °C T341 : 34100 °C T342 : 34200 °C T343 : 34300 °C T344 : 34400 °C T345 : 34500 °C T346 : 34600 °C T347 : 34700 °C T348 : 34800 °C T349 : 34900 °C T350 : 35000 °C T351 : 35100 °C T352 : 35200 °C T353 : 35300 °C T354 : 35400 °C T355 : 35500 °C T356 : 35600 °C T357 : 35700 °C T358 : 35800 °C T359 : 35900 °C T360 : 36000 °C T361 : 36100 °C T362 : 36200 °C T363 : 36300 °C T364 : 36400 °C T365 : 36500 °C T366 : 36600 °C T367 : 36700 °C T368 : 36800 °C T369 : 36900 °C T370 : 37000 °C T371 : 37100 °C T372 : 37200 °C T373 : 37300 °C T374 : 37400 °C T375 : 37500 °C T376 : 37600 °C T377 : 37700 °C T378 : 37800 °C T379 : 37900 °C T380 : 38000 °C T381 : 38100 °C T382 : 38200 °C T383 : 38300 °C T384 : 38400 °C T385 : 38500 °C T386 : 38600 °C T387 : 38700 °C T388 : 38800 °C T389 : 38900 °C T390 : 39000 °C T391 : 39100 °C T392 : 39200 °C T393 : 39300 °C T394 : 39400 °C T395 : 39500 °C T396 : 39600 °C T397 : 39700 °C T398 : 39800 °C T399 : 39900 °C T400 : 40000 °C T401 : 40100 °C T402 : 40200 °C T403 : 40300 °C T404 : 40400 °C T405 : 40500 °C T406 : 40600 °C T407 : 40700 °C T408 : 40800 °C T409 : 40900 °C T410 : 41000 °C T411 : 41100 °C T412 : 41200 °C T413 : 41300 °C T414 : 41400 °C T415 : 41500 °C T416 : 41600 °C T417 : 41700 °C T418 : 41800 °C T419 : 41900 °C T420 : 42000 °C T421 : 42100 °C T422 : 42200 °C T423 : 42300 °C T424 : 42400 °C T425 : 42500 °C T426 : 42600 °C T427 : 42700 °C T428 : 42800 °C T429 : 42900 °C T430 : 43000 °C T431 : 43100 °C T432 : 43200 °C T433 : 43300 °C T434 : 43400 °C T435 : 43500 °C T436 : 43600 °C T437 : 43700 °C T438 : 43800 °C T439 : 43900 °C T440 : 44000 °C T441 : 44100 °C T442 : 44200 °C T443 : 44300 °C T444 : 44400 °C T445 : 44500 °C T446 : 44600 °C T447 : 44700 °C T448 : 44800 °C T449 : 44900 °C T450 : 45000 °C T451 : 45100 °C T452 : 45200 °C T453 : 45300 °C T454 : 45400 °C T455 : 45500 °C T456 : 45600 °C T457 : 45700 °C T458 : 45800 °C T459 : 45900 °C T460 : 46000 °C T461 : 46100 °C T462 : 46200 °C T463 : 46300 °C T464 : 46400 °C T465 : 46500 °C T466 : 46600 °C T467 : 46700 °C T468 : 46800 °C T469 : 46900 °C T470 : 47000 °C T471 : 47100 °C T472 : 47200 °C T473 : 47300 °C T474 : 47400 °C T475 : 47500 °C T476 : 47600 °C T477 : 47700 °C T478 : 47800 °C T479 : 47900 °C T480 : 48000 °C T481 : 48100 °C T482 : 48200 °C T483 : 48300 °C T484 : 48400 °C T485 : 48500 °C T486 : 48600 °C T487 : 48700 °C T488 : 48800 °C T489 : 48900 °C T490 : 49000 °C T491 : 49100 °C T492 : 49200 °C T493 : 49300 °C T494 : 49400 °C T495 : 49500 °C T496 : 49600 °C T497 : 49700 °C T498 : 49800 °C T499 : 49900 °C T500 : 50000 °C T501 : 50100 °C T502 : 50200 °C T503 : 50300 °C T504 : 50400 °C T505 : 50500 °C T506 : 50600 °C T507 : 50700 °C T508 : 50800 °C T509 : 50900 °C T510 : 51000 °C T511 : 51100 °C T512 : 51200 °C T513 : 51300 °C T514 : 51400 °C T515 : 51500 °C T516 : 51600 °C T517 : 51700 °C T518 : 51800 °C T519 : 51900 °C T520 : 52000 °C T521 : 52100 °C T522 : 52200 °C T523 : 52300 °C T524 : 52400 °C T525 : 52500 °C T526 : 52600 °C T527 : 52700 °C T528 : 52800 °C T529 : 52900 °C T530 : 53000 °C T531 : 53100 °C T532 : 53200 °C T533 : 53300 °C T534 : 53400 °C T535 : 53500 °C T536 : 53600 °C T537 : 53700 °C T538 : 53800 °C T539 : 53900 °C T540 : 54000 °C T541 : 54100 °C T542 : 54200 °C T543 : 54300 °C T544 : 54400 °C T545 : 54500 °C T546 : 54600 °C T547 : 54700 °C T548 : 54800 °C T549 : 54900 °C T550 : 55000 °C T551 : 55100 °C T552 : 55200 °C T553 : 55300 °C T554 : 55400 °C T555 : 55500 °C T556 : 55600 °C T557 : 55700 °C T558 : 55800 °C T559 : 55900 °C T560 : 56000 °C T561 : 56100 °C T562 : 56200 °C T563 : 56300 °C T564 : 56400 °C T565 : 56500 °C T566 : 56600 °C T567 : 56700 °C T568 : 56800 °C T569 : 56900 °C T570 : 57000 °C T571 : 57100 °C T572 : 57200 °C T573 : 57300 °C T574 : 57400 °C T575 : 57500 °C T576 : 57600 °C T577 : 57700 °C T578 : 57800 °C T579 : 57900 °C T580 : 58000 °C T581 : 58100 °C T582 : 58200 °C T583 : 58300 °C T584 : 58400 °C T585 : 58500 °C T586 : 58600 °C T587 : 58700 °C T588 : 58800 °C T589 : 58900 °C T590 : 59000 °C T591 : 59100 °C T592 : 59200 °C T593 : 59300 °C T594 : 59400 °C T595 : 59500 °C T596 : 59600 °C T597 : 59700 °C T598 : 59800 °C T599 : 59900 °C T600 : 60000 °C T601 : 60100 °C T602 : 60200 °C T603 : 60300 °C T604 : 60400 °C T605 : 60500 °C T606 : 60600 °C T607 : 60700 °C T608 : 60800 °C T609 : 60900 °C T610 : 61000 °C T611 : 61100 °C T612 : 61200 °C T613 : 61300 °C T614 : 61400 °C T615 : 61500 °C T616 : 61600 °C T617 : 61700 °C T618 : 61800 °C T619 : 61900 °C T620 : 62000 °C T621 : 62100 °C T622 : 62200 °C T623 : 62300 °C T624 : 62400 °C T625 : 62500 °C T626 : 62600 °C T627 : 62700 °C T628 : 62800 °C T629 : 62900 °C T630 : 63000 °C T631 : 63100 °C T632 : 63200 °C T633 : 63300 °C T634 : 63400 °C T635 : 63500 °C T636 : 63600 °C T637 : 63700 °C T638 : 63800 °C T639 : 63900 °C T640 : 64000 °C T641 : 64100 °C T642 : 64200 °C T643 : 64300 °C T644 : 64400 °C T645 : 64500 °C T646 : 64600 °C T647 : 64700 °C T648 : 64800 °C T649 : 64900 °C T65
---	--	--	---