



# CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE

Lieu-dit « Les thermes », La Buisse (38)

## PJ49 – Etude de Dangers

Rapport

Réf : CACICE212758 / RACICE04565-04

KAD / JPT

24/10/2023



## CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE

Lieu-dit « Les thermes », La Buisse (38)

PJ49 – Etude de Dangers

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Rapport	16/08/2022	01	K. DANIEL 	JP. LENGLET 	JP. LENGLET 
Rapport modifié	13/10/2022	02	A. MARIE 	JP. LENGLET 	JP. LENGLET 
Rapport retour DREAL	11/09/2023	03	A. DAVOUST 	A. MARIE 	JP. LENGLET 
Rapport reprise client	18/10/2023	04	A. DAVOUST 	A. MARIE 	JP. LENGLET 
Rapport reprise client	24/10/2023	05	A. DAVOUST 	A. MARIE 	JP. LENGLET 

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CACICE212758 / RACICE04565-04
Numéro d'affaire :	A54971
Domaine technique :	ICPE ; DDAE

GINGER BURGEAP Agence Centre-Est • Bâtiment A "Hermès" - 2, rue du tour de l'eau – 38400  
 Saint-Martin-D'Herès  
 Tél : 04.76.00.75.50 • burgeap.grenoble@groupeginger.com

## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>Résumé non-technique de l'étude de dangers.....</b>	<b>7</b>
1.1	Contexte de l'étude .....	7
1.2	Description de l'environnement du site .....	7
1.3	Description des installations – procédés et fonctionnement .....	8
1.3.1	Description générale des activités.....	8
1.3.2	Synoptique global de fabrication .....	9
1.4	Caractérisation des potentiels de danger, risques associés et possibilités de réduction .....	10
1.4.1	Dangers liés aux produits.....	10
1.4.2	Dangers liés aux équipements .....	11
1.5	Moyens de prévention et de protection .....	11
1.5.1	Mesures générales de prévention et de protection .....	11
1.5.2	Moyens d'intervention .....	11
1.5.3	Mesures spécifiques au risque pollution .....	12
1.5.4	Estimation des besoins en eau pour la défense incendie extérieure et du volume d'eau d'extinction à confiner .....	13
1.6	Analyse des risques.....	13
1.6.1	Analyse Préliminaire des Risques .....	13
1.6.2	Evaluation de l'intensité des scénarii retenus.....	14
1.7	Etude des potentialités d'effets dominos .....	17
1.8	Conclusions .....	18
<b>2.</b>	<b>Avant-propos.....</b>	<b>19</b>
2.1	Contexte de l'étude .....	19
2.2	Contexte réglementaire .....	19
2.2.1	Textes réglementaires applicables.....	19
2.2.2	Présentation de l'étude .....	19
<b>3.</b>	<b>Description de l'environnement du site.....</b>	<b>21</b>
3.1	Localisation du site d'étude .....	21
3.2	L'environnement comme intérêt à protéger ou source d'agression .....	22
3.2.1	L'environnement naturel.....	22
3.2.2	L'environnement humain .....	28
3.3	Exclusion de certains événements initiateurs .....	31
3.4	Synthèse de l'analyse de l'environnement.....	31
<b>4.</b>	<b>Description des installations – procédés et fonctionnement .....</b>	<b>33</b>
4.1	Présentation générale de l'activité .....	33
4.2	Configuration générale actuelle du site .....	33
4.3	Description générale des activités .....	35
4.3.1	Fabrication de la chaux vive .....	36
4.3.2	Le principe de fonctionnement du four MAERZ.....	36
4.3.3	Combustibles utilisés dans le process .....	39
4.3.4	Traitement de la chaux et des produits finis .....	42
4.3.5	Atelier d'ensachage.....	43
4.3.6	Pilotage des installations.....	43
4.4	Equipements annexes .....	44
4.4.1	Transformateurs électriques.....	44
4.4.2	Compresseur à air.....	44
<b>5.</b>	<b>Description des accidents ou incidents survenus (accidentologie) .....</b>	<b>45</b>
5.1	Introduction.....	45
5.2	Description d'accidents et d'incidents survenus .....	45

5.2.1	Accidentologie du site de La Buisse.....	45
5.2.2	Retour d'expérience de LHOIST .....	45
<b>5.3</b>	<b>Description d'accidents et d'incidents survenus sur des sites aux activités équivalentes.....</b>	<b>45</b>
5.3.1	Production de chaux .....	46
5.3.2	Bois .....	47
<b>6.</b>	<b>Caractérisation des potentiels de danger, risques associés et possibilités de réduction.....</b>	<b>49</b>
<b>6.1</b>	<b>Dangers liés aux produits .....</b>	<b>49</b>
6.1.1	Les combustibles .....	49
6.1.2	Stockage des principaux produits chimiques .....	50
6.1.3	Chaux produite sur site .....	54
6.1.4	Synthèse des dangers liés aux produits.....	54
6.1.5	Dangers liés aux incompatibilités entre produits .....	54
<b>6.2</b>	<b>Dangers liés aux procédés et aux installations .....</b>	<b>54</b>
6.2.1	Four MAERZ .....	54
6.2.2	Installations de broyage et machines tournantes .....	55
<b>6.3</b>	<b>Possibilité de réduction des potentiels de dangers .....</b>	<b>55</b>
<b>7.</b>	<b>Moyens de prévention et de protection .....</b>	<b>56</b>
<b>7.1</b>	<b>Mesures générales de prévention et de protection .....</b>	<b>56</b>
7.1.1	Accès aux installations.....	56
7.1.2	Organisation de la sécurité.....	56
7.1.3	Formation du personnel .....	56
7.1.4	Maintenance des équipements .....	57
7.1.5	Permis en cas de travaux.....	57
7.2.1	Détection incendie.....	57
7.2.2	Extincteurs .....	57
7.2.1	Poteaux incendie et bâche incendie.....	57
<b>7.5</b>	<b>Mesures spécifiques liés aux équipements .....</b>	<b>61</b>
7.5.1	Réseau gaz naturel .....	61
7.5.2	Four MAERZ .....	61
7.5.3	Transfert et traitement de la chaux vive .....	62
<b>7.6</b>	<b>Estimation des besoins en eau pour la défense incendie extérieure et du volume d'eau d'extinction à confiner .....</b>	<b>62</b>
7.6.1	Estimation des besoins en eau .....	62
7.6.2	Détermination des besoins de confinement .....	65
<b>8.</b>	<b>Analyse des risques .....</b>	<b>68</b>
<b>8.1</b>	<b>Méthodologie .....</b>	<b>68</b>
<b>8.2</b>	<b>Analyse Préliminaire des Risques.....</b>	<b>70</b>
<b>8.1</b>	<b>Evaluation de l'intensité des scénarii retenus .....</b>	<b>74</b>
8.1.1	Contexte réglementaire – seuils d'effets .....	74
8.1.2	Outils et méthodologies retenus .....	75
8.1.3	PhD 9 : incendie sur le stockage de biomasse.....	81
8.1.4	PhD 11 : explosion du cyclofiltre .....	83
8.1.5	PhD 12 : incendie du stockage de palettes .....	84
8.1.6	PhD 18 : UVCE ou jet enflammé suite à perte de confinement de la canalisation de gaz naturel .....	86
<b>8.2</b>	<b>Etude des potentialités d'effets dominos .....</b>	<b>88</b>
<b>9.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>90</b>

## TABLEAUX

Tableau 1 : Résultats – Effets thermiques incendie du stockage de bois (PhD 9) .....	14
Tableau 2 : Effets de surpression suite à l'explosion des poussières dans le cyclofiltre (PhD 11).....	14
Tableau 3 : Résultats – Scénario stockage palettes – Effets thermiques (PhD 12).....	15
Tableau 4 : Résultats des effets thermiques d'un jet enflammé (PhD 17a) .....	16
Tableau 5 : Résultats des effets de surpression d'un UVCE (PhD 17b).....	17
Tableau 6 : Tableau des potentialités d'effets dominos .....	18
Tableau 7 : Evénements sismiques recensés sur la commune de La Buisse .....	26
Tableau 8 : ICPE les plus proches du site.....	30
Tableau 9 : Liste des équipements prévus par le projet.....	42
Tableau 10 : Caractéristiques des transformateurs .....	44
Tableau 11 : Principales situations à risques – production de chaux .....	46
Tableau 12 : Principales circonstances de survenue des accidents – production de chaux .....	46
Tableau 13 : Principales causes – production de chaux .....	46
Tableau 14 : Typologie des accidents .....	47
Tableau 15 : Caractéristiques et dangers du gaz naturel.....	49
Tableau 16 : Caractéristiques du mélange biomasse / Bois B.....	50
Tableau 17 : Principaux produits stockés sur le site de la Buisse .....	51
Tableau 18 : Caractéristiques et dangers de la chaux .....	54
Tableau 19 : Caractéristiques du poteau incendie du site .....	57
Tableau 19 : Préconisation de l'analyse du risque foudre.....	59
Tableau 20 : Catégories de risques prises en compte pour le calcul D9 .....	63
Tableau 21 : Volume total d'eau à confiner selon la D9A .....	67
Tableau 22 : Tableau d'Analyse Préliminaire des Risques, avec évaluation qualitative des potentiels effets hors site .....	70
Tableau 23 : Valeurs seuils retenues pour l'estimation des effets thermiques .....	75
Tableau 24 : Valeurs seuils retenues pour l'estimation des effets de surpression .....	75
Tableau 25 : Ordre de grandeurs de la résistance des matériaux .....	78
Tableau 26 : Distance des effets de surpression suivant la méthode multi-énergie indice 10 .....	79
Tableau 27 : Contraintes du logiciel Flumilog.....	80
Tableau 28 : Description du bâtiment.....	81
Tableau 29 : Caractéristiques du stockage .....	81
Tableau 30 : Résultats – Effets thermiques incendie du stockage de bois (PhD 9) .....	82
Tableau 31 : Synthèse des données techniques concernant le cyclofiltre.....	83
Tableau 32 : Effets de surpression suite à l'explosion des poussières dans le cyclofiltre (PhD 11).....	84
Tableau 33 : Caractéristiques du stockage de palettes.....	85
Tableau 34 : Résultats – Scénario stockage palettes – Effets thermiques (PhD 12) .....	85
Tableau 35 : Hypothèses – PhD 18 - Perte de confinement de la canalisation de gaz naturel .....	87
Tableau 36 : Résultats des effets thermiques d'un jet enflammé (PhD 18a) .....	87
Tableau 37 : Résultats des effets de surpression d'un UVCE (PhD 18b).....	88
Tableau 38 : Tableau des potentialités d'effets dominos .....	89

## FIGURES

Figure 1 : Localisation du site .....	7
Figure 2 : Localisation des principales installations .....	9
Figure 3 : Borne et bâche incendie.....	12
Figure 4 : Bassin de récupération des eaux incendie .....	12
Figure 5 : Effets thermiques de l'incendie du stockage de bois (PhD 9).....	14
Figure 6 : Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion du cyclofiltre (PhD 11) .....	15
Figure 7 : Effets thermiques de l'incendie d'un stockage de palettes à l'extérieur – Scénario stockage palettes (PhD 12) .....	16
Figure 8 : Résultats des effets thermiques d'un jet enflammé – condition majorante F3 (PhD 17a) .....	17
Figure 9 : Localisation du site .....	21
Figure 10 : Contexte hydraulique .....	23
Figure 11 : Rose des vents de la station météorologique du site (données quart-heure converties en données horaires).....	24
Figure 12 : Localisation des ZNIEFF .....	25
Figure 13 : Localisation du projet au sein du PNR de la Chartreuse .....	25
Figure 14 : Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles .....	27
Figure 15 : Aléa inondation par remontée de nappe .....	28
Figure 16 : Localisation des voiries proches .....	29
Figure 17 : Localisation de la voie ferrée la plus proche .....	29
Figure 18 : canalisations de Transport de Matières Dangereuses.....	31
Figure 19 : Localisation des principales installations .....	34
Figure 20 : Schéma d'une usine de fabrication de chaux .....	35
Figure 21 : Coupe transversale d'un four MAERZ.....	37
Figure 22 : Photographie du four.....	37
Figure 23 : Synoptique du process.....	40
Figure 24 : Aménagements prévus sur le site de La Buisse pour l'intégration de biomasse en tant que combustible.....	41
Figure 25 : Borne et bâche incendie.....	58
Figure 26 : Bassin de récupération des eaux incendie .....	59
Figure 27 : Estimation volume d'eau lié aux intempéries .....	66
Figure 28 : Localisation du centre d'explosion .....	76
Figure 29 : hexagone de l'explosion.....	77
Figure 30 : Effets thermiques de l'incendie du stockage de bois (PhD 9).....	83
Figure 31 : Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion du cyclofiltre (PhD 11) .....	84
Figure 32 : Effets thermiques de l'incendie d'un stockage de palettes à l'extérieur – Scénario stockage palettes (PhD 12) .....	86
Figure 33 : Résultats des effets thermiques d'un jet enflammé – condition majorante F3 (PhD 18a) .....	88

## ANNEXES

Annexe 1. Plan de circulation

Annexe 2. Liste des extincteurs

Annexe 3. Instruction d'isolation du bassin de décantation en cas de pollution

Annexe 4. Analyse du risque foudre et Etude technique de protection contre a foudre – 1G Foudre  
- Juin 2023

Annexe 5. Rapport Flumilog – PhD 9 et 12

## 1. Résumé non-technique de l'étude de dangers

### 1.1 Contexte de l'étude

CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD ET COTTE membre du groupe LHOIST exploite le site de La buisse sur la commune de la Buisse (38). Cette usine produit de la chaux pour une capacité maximale de production de 300 t/j à l'aide d'un four MAERZ. Actuellement, la cuisson de la chaux est réalisée au moyen de gaz naturel.

L'Arrêté Préfectoral n°2002-07978 du 25/07/2002 et ses arrêtés complémentaires réglementent les activités autorisées sur le site.

Le site souhaite demander l'autorisation de co-incinération de la biomasse et du bois B dans son four, en substitution partielle au gaz.

### 1.2 Description de l'environnement du site

Le site se trouve sur le territoire de la commune de la Buisse, dans le département de l'Isère (38), à environ 20 kilomètres au Nord-Ouest de Grenoble ; il présente une superficie d'environ 13 ha.

Figure 1 : Localisation du site



Le site est entouré par :

- Au Nord : le chemin de la Cascade et un massif forestier ;

- A l'Est : un massif forestier ;
- Au Sud-Est : la carrière (exploitation LHOIST) ;
- Au Sud : quelques habitations ;
- A l'Ouest :
  - Des parcelles agricoles ;
  - Quelques habitations ;
  - Un ranch équestre.

Les cibles directes d'un accident sur le site seraient :

- Les populations ;
- Le milieu naturel : parc naturel régional et ZNIEFF ;
- Les voies routières : les rues adjacentes ;
- La canalisation d'apport de gaz naturel.

Le site étudié est soumis à certains dangers induits par son milieu environnant vis-à-vis des risques naturels :

- Le risque de retrait-gonflement des argiles ;
- Le risque foudre ;
- Les effets domino induits par la carrière adjacente ;
- La canalisation d'apport de gaz naturel.

## 1.3 Description des installations – procédés et fonctionnement

### 1.3.1 Description générale des activités

La société Carrières et Chaux Balthazard & Cotte s'est implantée sur le site d'étude en 1976. Il permet la production d'environ 60 à 80 000 tonnes de chaux par an.

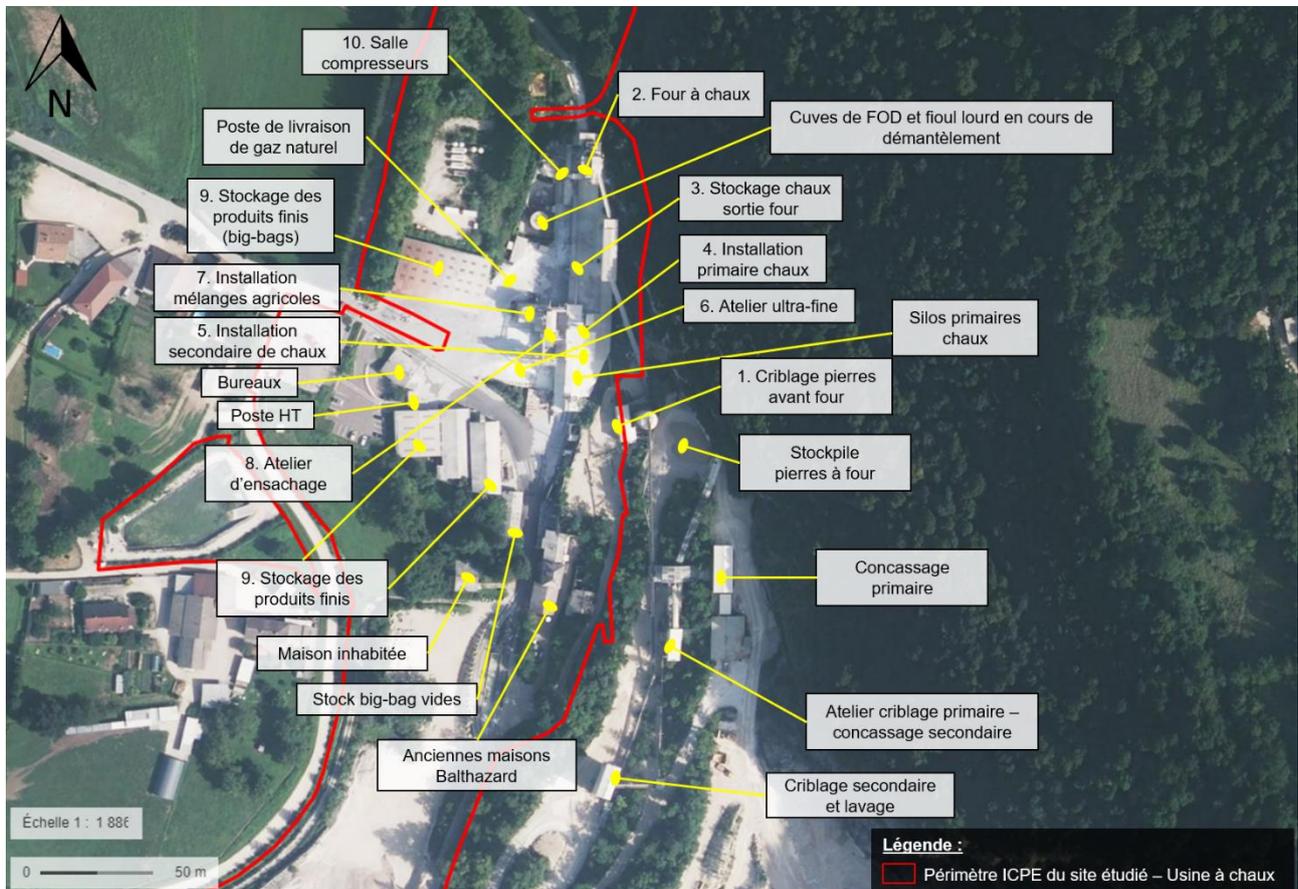
L'établissement comprenant l'ensemble des installations classées et connexes, est organisé de la façon suivante :

1. Une installation de criblage avant alimentation du four
2. Un four à chaux vertical de type Maerz d'une capacité nominale de 300 t/j ;
3. Un stockage de chaux sortie four de 300 t ;
4. Une installation primaire de criblage sur 6 silos ;
5. Une installation secondaire de criblage et de broyage sur 7 silos ;
6. Une installation de chaux ultra-fine avec 3 silos ;
7. Une installation de mélanges agricoles avec 3 silos ;
8. Un atelier d'ensachage ;
9. Trois hangars de stockage de produits finis ;
10. Des compresseurs d'air comprimé.

Des installations situées dans le périmètre carrière, indissociable de l'activité de l'usine sont également représenté sur le plan (installations en amont dans le process du criblage pierres avant four) :

- Stockpile des pierres à four ;
- Concassage primaire ;
- Atelier criblage primaire – concassage secondaire ;
- Criblage secondaire et lavage.

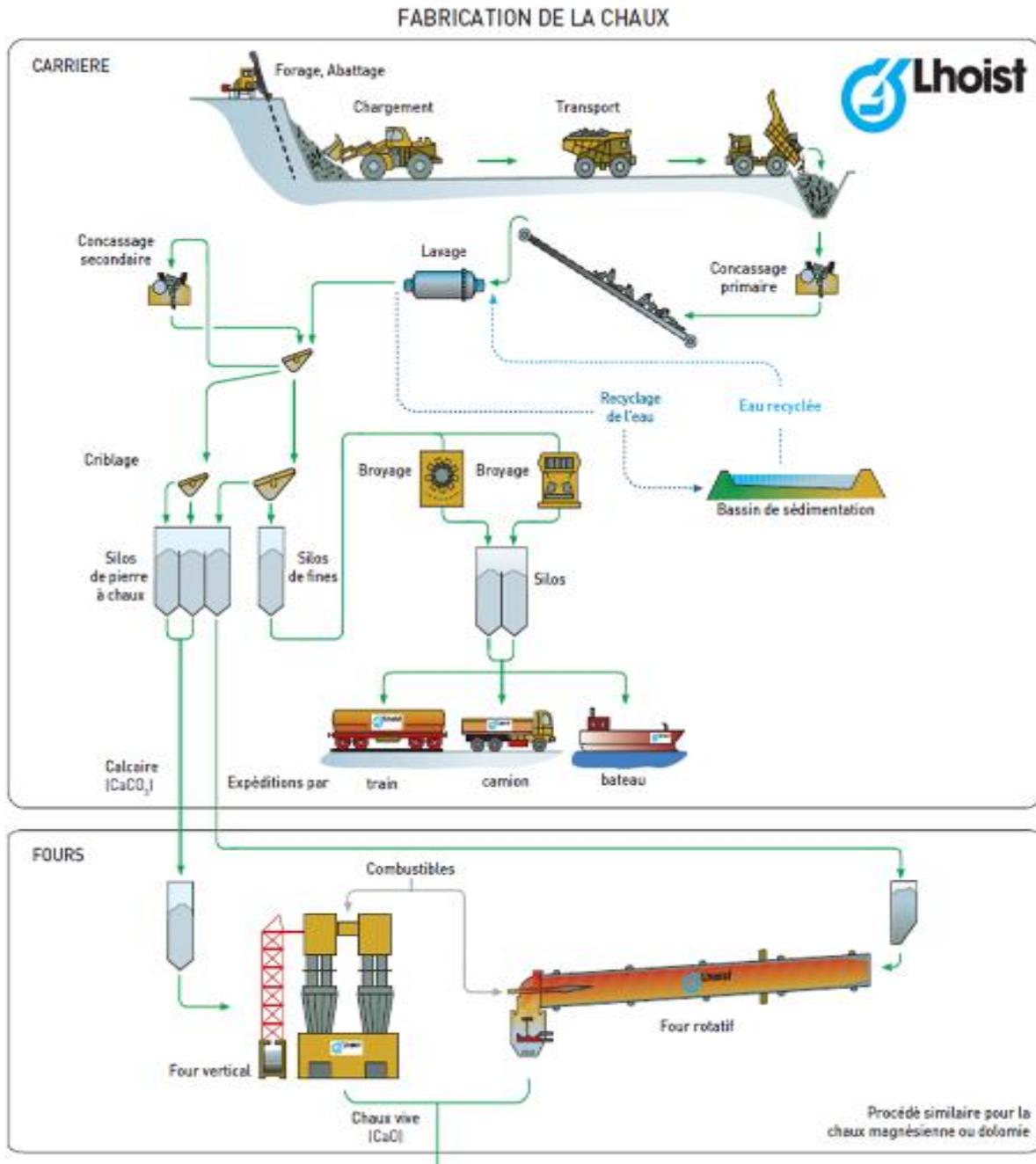
**Figure 2 : Localisation des principales installations**



### 1.3.2 Synoptique global de fabrication

Le procédé peut être résumé sur la figure suivante :

**Schéma d'une usine de fabrication de chaux**



**1.4 Caractérisation des potentiels de danger, risques associés et possibilités de réduction**

La description des installations et procédés du site a permis d'identifier les potentiels de danger du site, qui sont présentés dans les paragraphes suivants, ainsi que leurs possibilités de réduction.

**1.4.1 Dangers liés aux produits**

Les produits/matières susceptibles de provoquer des effets en dehors des limites de propriété sont les suivants :

- Bois répondant à la définition de biomasse et bois de récupération (classe B) : incendie, explosion en milieu confiné ;
- Gaz naturel : UVCE et jet enflammé.

### 1.4.2 Dangers liés aux équipements

Le potentiel de dangers lié aux équipements est représenté par le fonctionnement :

- Des fours ;
- Des installations de broyage et des machines tournantes ;
- Electrique des équipements et process.

## 1.5 Moyens de prévention et de protection

### 1.5.1 Mesures générales de prévention et de protection

Les mesures sont les suivantes :

- Accès limité aux installations, avec un site entièrement clôturé ;
- Organisation de la sécurité ;
- Formation du personnel ;
- Maintenance des équipements ;
- Permis en cas de travaux ;
- Mise à jour du Plan d'Organisation Interne.

### 1.5.2 Moyens d'intervention

Le site est équipé de plusieurs moyens de défense incendie interne décrits ci-après.

#### ► Détection incendie

Les locaux électriques sont en effet équipés de détection incendie.

#### ► Extincteurs

Il existe 75 extincteurs sur le site, répartis conformément aux règles APSAD R4 et permettant de couvrir les différents types d'incendies pouvant survenir : extincteurs à eau, à CO<sub>2</sub>, eau pulvérisée.

La maintenance des extincteurs est assurée par une société agréée et leur vérification est annuelle.

#### ► Poteaux incendie et bache incendie

Le site de la Buisse est desservi par un réseau comportant une borne incendie qui est alimenté par un réseau dédié sur le site.

Le site dispose également d'une bache incendie de 120 m<sup>3</sup>.

Figure 3 : Borne et bache incendie



### 1.5.3 Mesures spécifiques au risque pollution

Le bassin de décantation du site peut être isolé via des vannes de sectionnement permettant ainsi d'avoir le rôle de récupération des eaux d'incendie. Le bassin présente à ce jour un volume de 450 m<sup>3</sup> (et 950 m<sup>3</sup> après le projet).

Figure 4 : Bassin de récupération des eaux incendie



### 1.5.4 Estimation des besoins en eau pour la défense incendie extérieure et du volume d'eau d'extinction à confiner

#### ► Besoins en eau

Le besoin en eau maximum a été défini à 60 m<sup>3</sup>/h sur 2 heures, soit 120 m<sup>3</sup>. En cas d'incendie, les moyens en eaux disponibles seraient assurés par le poteau incendie à l'entrée du site et par la bache incendie.

Ainsi le site dispose des moyens nécessaires à l'extinction d'un incendie sur son site.

#### ► Besoins de confinement

L'ensemble des eaux potentiellement polluées du site seront dirigées vers le bassin de rétention des eaux (eaux pluviales et eaux d'extinction incendie), dont le volume sera de 950 m<sup>3</sup>.

Ainsi le volume total de liquide à mettre en rétention pour le site de la Buisse (270 m<sup>3</sup>) pourra être contenu dans le bassin de rétention du site (950 m<sup>3</sup> disponible).

## 1.6 Analyse des risques

### 1.6.1 Analyse Préliminaire des Risques

L'analyse préliminaire des risques a permis d'identifier 18 scénarii d'accidents sur site en lien avec le site et ses activités.

Est considéré comme scénario d'accident majeur l'évènement tel qu'une émission, un incendie ou une explosion d'importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation, entraînant pour les intérêts visés à l'article L511-1 du Code de l'Environnement, des conséquences graves, immédiates ou différées, et faisant intervenir une ou plusieurs substances ou préparations dangereuses.

L'étude des risques indique que 4 phénomènes dangereux potentiellement majeurs ont été identifiés sur le site :

- Phénomène dangereux 9 : incendie sur le stockage de bois ;
- Phénomène dangereux 11 : explosion du cyclofiltre ;
- Phénomène dangereux 12 : incendie sur un stockage de palettes ;
- Phénomènes dangereux 18 : UVCE ou jet enflammé suite à rupture guillotine de la canalisation de gaz.

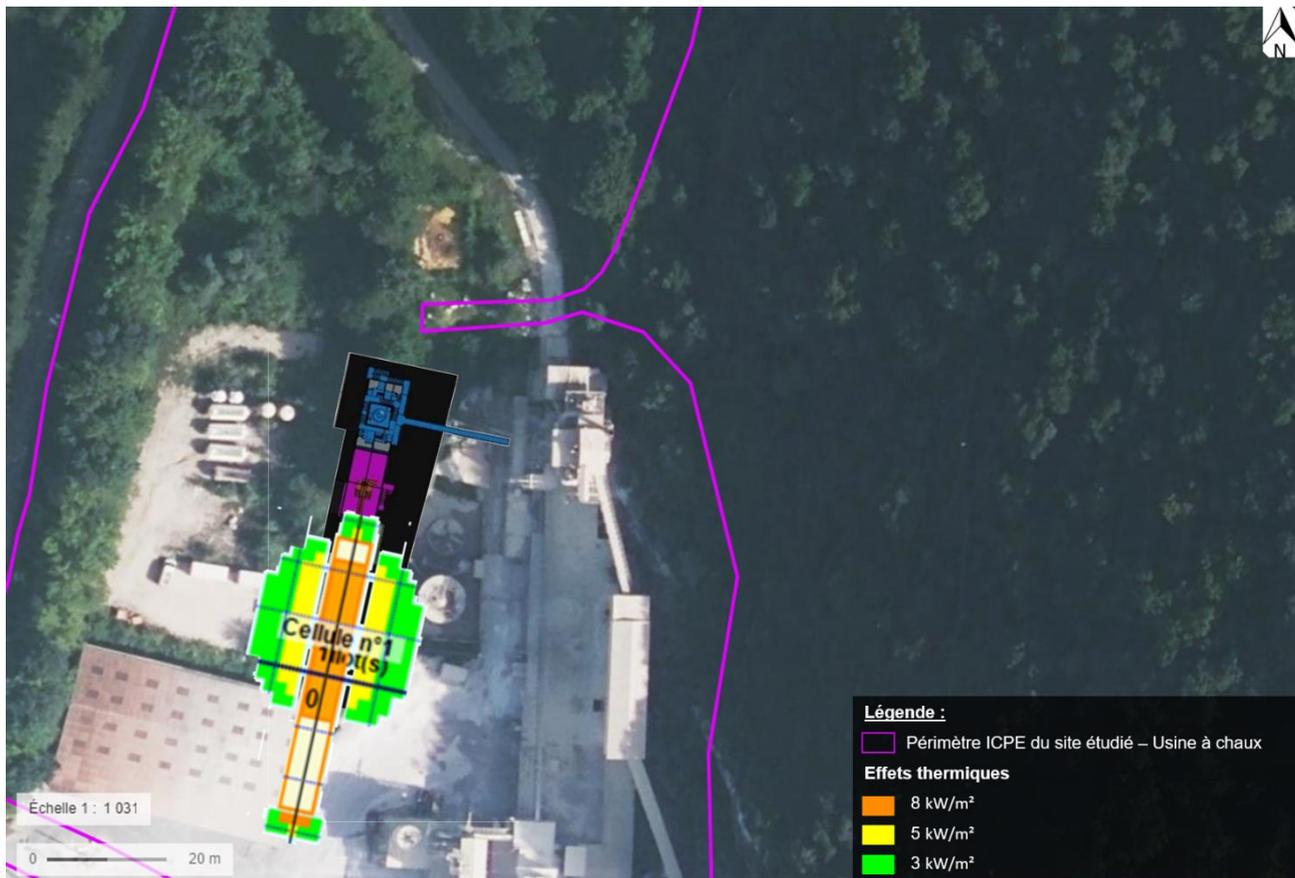
## 1.6.2 Evaluation de l'intensité des scénarii retenus

### 1.6.2.1 PhD 9 : Incendie sur le stockage de bois

**Tableau 1 : Résultats – Effets thermiques incendie du stockage de bois (PhD 9)**

	SEI 3 kW/m <sup>2</sup>	SEL 5 kW/m <sup>2</sup>	SELS 8 kW/m <sup>2</sup>
Côté Nord	4 m	2 m	0 m
Côté Est	12 m	6 m	2 m
Côté Sud	5 m	5 m	3 m
Côté Ouest	12 m	6 m	2 m

**Figure 5 : Effets thermiques de l'incendie du stockage de bois (PhD 9)**



Aucun effet ne sort des limites de propriété. Aucun effet domino interne ou externe n'est attendu.

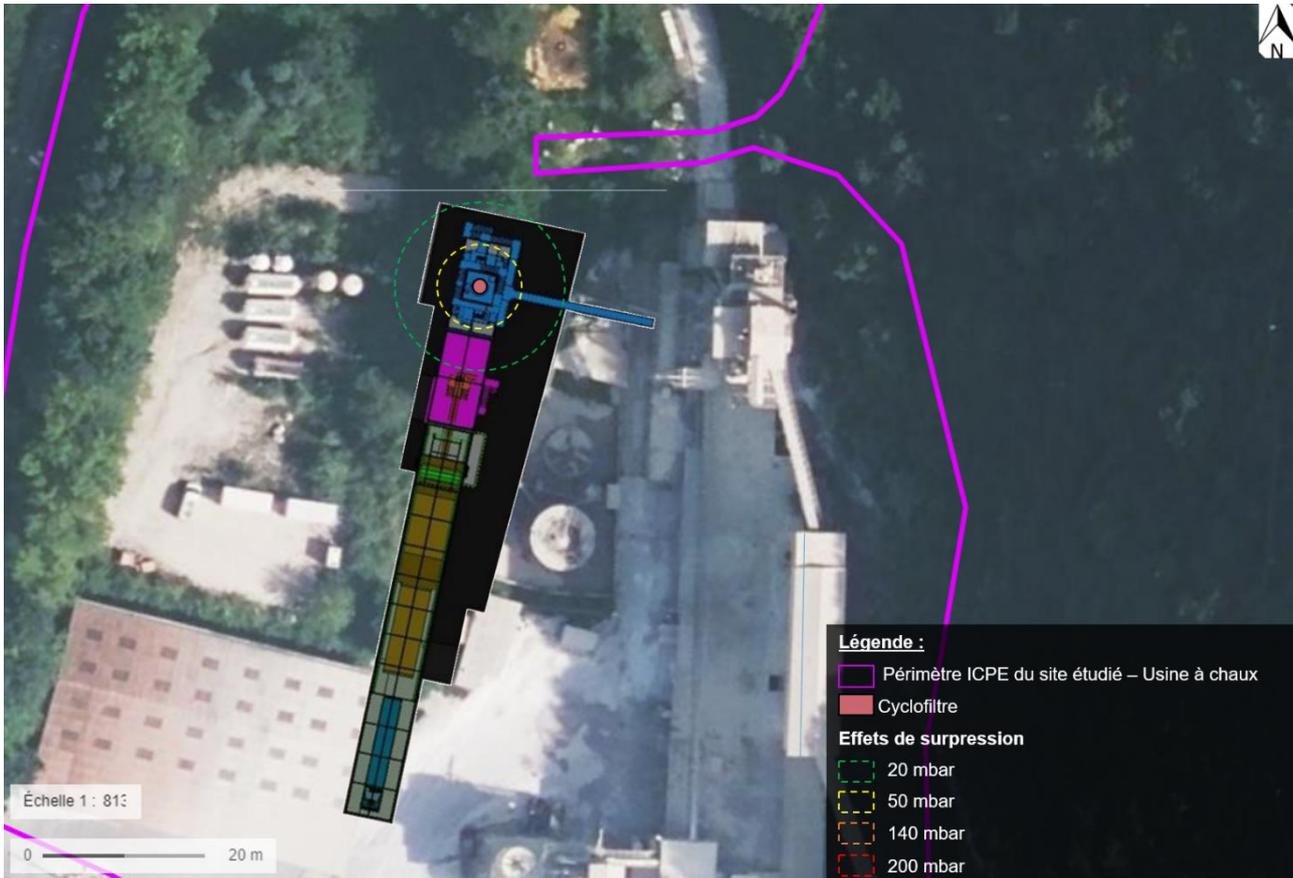
### 1.6.2.2 PhD 11 : Explosion du cyclofiltre

**Tableau 2 : Effets de surpression suite à l'explosion des poussières dans le cyclofiltre (PhD 11)**

Distance	Effets de surpression à partir du centre du cyclofiltre
----------	---

	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Distances d'effets au niveau du sol suite à l'explosion des poussières - Injection	Non atteint	Non atteint	Non atteint	5,2 m	10,4 m

**Figure 6 : Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion du cyclofiltre (PhD 11)**



Aucun effet ne sort des limites de propriété. Aucun effet domino interne ou externe n'est attendu.

### 1.6.2.3 PhD 12 : Incendie du stockage de palettes bois

**Tableau 3 : Résultats – Scénario stockage palettes – Effets thermiques (PhD 12)**

	SEI 3 kW/m <sup>2</sup>	SEL 5 kW/m <sup>2</sup>	SELS 8 kW/m <sup>2</sup>
Côté Nord	23 m	17,5 m	13,5 m
Côté Est	19 m	15 m	11 m
Côté Sud	23 m	17,5 m	13,5 m
Côté Ouest	19 m	15 m	11 m

**Figure 7 : Effets thermiques de l'incendie d'un stockage de palettes à l'extérieur – Scénario stockage palettes (PhD 12)**



Aucun effet ne sort des limites de propriété. Aucun effet domino interne ou externe n'est attendu.

#### 1.6.2.4 PhD 17 : Perte de confinement de la canalisation de gaz naturel principale suite à une agression externe

##### ► Jet enflammé

**Tableau 4 : Résultats des effets thermiques d'un jet enflammé (PhD 17a)**

Distance	Effets thermiques		
	8 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>
Condition climatique F3	10 m	11 m	12 m
Condition climatique D5	9 m	10 m	11 m

**Figure 8 : Résultats des effets thermiques d'un jet enflammé – condition majorante F3 (PhD 17a)**



Aucun effet ne sort des limites de propriété. En revanche, des effets domino internes sont attendus sur le bâtiment de préparation de la biomasse.

► **Explosion UVCE**

**Tableau 5 : Résultats des effets de surpression d'un UVCE (PhD 17b)**

Distance	Effets de surpression à partir du centre de la canalisation				
	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Condition climatique F3	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
Condition climatique D5	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint

Les effets de surpression irréversibles ou de bris de glace ne sont pas atteints.

**1.7 Etude des potentialités d'effets dominos**

Les effets dominos ont été étudiés lors de l'estimation des conséquences de la libération des potentiels de dangers associés aux PhD précédemment identifiés. Les effets dominos sont envisagés dans le tableau ci-après, par ordre de sensibilité décroissante des emplacements « agressés ». Les pistes d'amélioration y sont identifiées le cas échéant.

**Tableau 6 : Tableau des potentialités d'effets dominos**

Installations agressées	Origine et type d'agression	Etat actuel et pistes d'amélioration
Bâtiment de préparation de la biomasse (réception, déferrailage, broyage, injection)	L'agression est un flux thermique de 8 kW/m <sup>2</sup> sur le nouveau bâtiment de préparation de biomasse en cas de jet enflammé sur la canalisation de gaz (PhD 22a). Cette agression pourrait entraîner un incendie de la biomasse stockée. Cependant, il n'y a pas de risque de sur-accident puisque : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mur béton sur 4,5 m de hauteur protégeant le stockage ;</li> <li>- Pas de stockage sur le reste du bâtiment.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Pas d'effet domino attendu</b></p>

## 1.8 Conclusions

Aucun effet dangereux généré par les activités de Carrières et Chaux Balthazard & Cotte en situation accidentelle ne sort des limites de propriété.

Ainsi, les risques présentés par le site sont considérés comme acceptables.

## 2. Avant-propos

### 2.1 Contexte de l'étude

CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD ET COTTE membre du groupe LHOIST exploite le site de La buisse sur la commune de la Buisse (38). Cette usine produit de la chaux pour une capacité maximale de production de 300 t/j à l'aide d'un four MAERZ. Actuellement, la cuisson de la chaux est réalisée au moyen de gaz naturel.

L'Arrêté Préfectoral n°2002-07978 du 25/07/2002 et ses arrêtés complémentaires réglementent les activités autorisées sur le site.

Le site souhaite demander l'autorisation de co-incinération de la biomasse et du bois B dans son four, en substitution partielle au gaz.

**A noter que les modifications ayant trait à ce projet sont indiquées en vert dans le présent rapport (à partir du § 4).**

Les données concernant les installations, leurs modes de fonctionnement et les modes d'exploitation émanent de LHOIST, qui en assure l'authenticité.

### 2.2 Contexte réglementaire

#### 2.2.1 Textes réglementaires applicables

L'étude de dangers s'appuiera notamment sur les textes en vigueur suivants :

- Arrêté du 29 septembre 2005 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 installations classées soumises à autorisation ;
- Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 ;
- 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 ;
- Arrêtés préfectoraux du site.

#### 2.2.2 Présentation de l'étude

GINGER BURGEAP propose la réalisation de cette étude conformément aux différentes recommandations publiées par le Ministère du Développement durable dans ce domaine, notamment le cas échéant le « Guide d'élaboration des études de dangers pour les établissements soumis au régime de l'autorisation avec servitudes » constituant la partie 2 de la circulaire du 10/05/2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

En outre, l'étude s'articulera autour des « principes généraux pour l'élaboration et la lecture des études de dangers » publiés en 2004 par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, et de l'arrêté du 29 septembre 2005 qui fournit des critères d'appréciation de la maîtrise des risques accidentels survenant dans les installations classées soumises à autorisation.

La présente étude de danger est élaborée comme suit :

Sont réalisées en amont :

- Une analyse de l'environnement du site, en tant que source potentielle d'un accident sur site d'une part, et comme cible d'un accident ayant lieu sur site d'autre part (§ 2-3) ;

- L'identification des potentiels de dangers du site (§ 4) ;
- L'analyse de l'accidentologie des sites industriels présentant une activité similaire (§ 5) ;
- La description du site du point de vue des risques, avec notamment les principales mesures de prévention et de protection (§ 6).

Ces éléments vont permettre de réaliser l'analyse des risques du site (§ 7) :

- L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) consiste à l'identification des accidents potentiels de l'installation et à la caractérisation qualitative de leurs effets.

L'APR permet ainsi d'identifier les accidents majeurs susceptibles de survenir sur le site étudié, c'est-à-dire susceptibles d'avoir des effets hors site et/ou d'entraîner des effets dominos.

- Ces accidents sont modélisés afin de calculer leurs distances d'effet et de déterminer si des effets hors site (accidents majeurs) ou des effets dominos sont réellement à redouter.
- En cas d'accidents majeurs identifiés : ceux-ci seront analysés de façon détaillée en hiérarchisant leur niveau de risque (cotation en termes de gravité/probabilité/cinétique).

En cas de niveau de risque non acceptable, des mesures de maîtrise des risques (MMR) seront à mettre en œuvre jusqu'à obtenir un niveau de risque non significatif.

### 3. Description de l'environnement du site

#### 3.1 Localisation du site d'étude

Le site de La buisse se trouve sur le territoire de la commune de la Buisse, dans le département de l'Isère (38), à environ 20 kilomètres au Nord-Ouest de Grenoble ; il présente une superficie d'environ 13 ha.

Figure 9 : Localisation du site



Le site est entouré par :

- Au Nord : le chemin de la Cascade et un massif forestier ;
- A l'Est : un massif forestier ;
- Au Sud-Est : la carrière (exploitation LHOIST) ;
- Au Sud : quelques habitations ;
- A l'Ouest :

- Des parcelles agricoles ;
- Quelques habitations ;
- Un ranch équestre.

## 3.2 L'environnement comme intérêt à protéger ou source d'agression

Les paragraphes suivants précisent les principales caractéristiques de l'environnement en termes d'intérêts à protéger en cas d'incidents ou accidents survenant durant l'exploitation du site.

Sont également abordées les principales caractéristiques de l'environnement extérieur en termes de risques pour le site.

### 3.2.1 L'environnement naturel

#### 3.2.1.1 Le milieu physique

##### ► Contexte hydrogéologique

Les données du BRGM indiquent la présence au droit du site de deux masses d'eaux souterraines :

- La masse d'eau FRDG511 « Formations variées de l'Avant-Pays savoyard dans BV du Rhône » masse d'eau imperméable localement aquifère ;
- La masse d'eau FRDG313 « Alluvions de l'Isère aval de Grenoble » de type alluviale.

Les formations alluviales de la plaine de l'Isère sur sa moitié ouest, avec la nappe d'accompagnement de l'Isère, qui, située à faible profondeur (entre 2 et 3 m et localement affleurante), présente des possibilités de pompage élevées. Cette nappe de par sa nature peu profonde est considérée comme vulnérable vis-à-vis d'une éventuelle pollution issue du site.

Le site est en dehors de tout périmètre de protection de captage d'eau potable.

Le milieu souterrain est retenu comme cible potentielle d'un accident sur site.

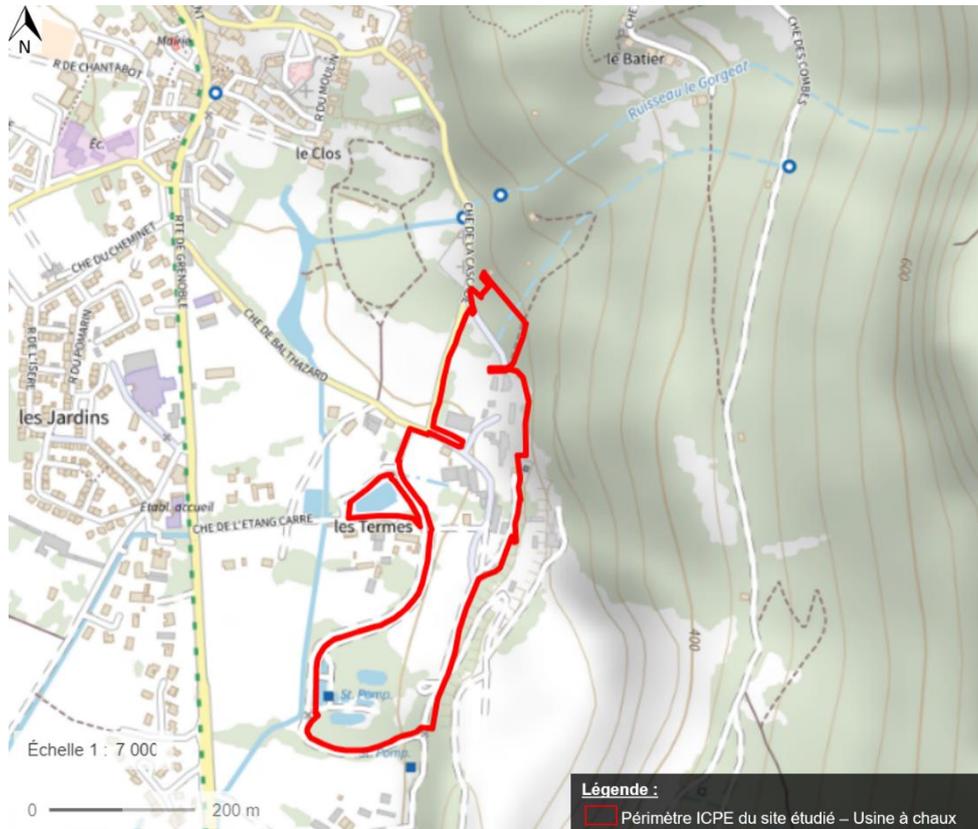
##### ► Eaux de surface

Le réseau hydrographique de surface dans le périmètre du site de la Buisse est composé de petits ruisseaux dont certaines parties sont des sources d'alimentation en eau potable (AEP).

Le site recoupe notamment trois de ces ruisseaux, tous trois sources AEP :

- Le ruisseau de la cascade dont la source se situe en eau du massif calcaire à l'est du site ;
- Le ruisseau de la Furière qui rejoint le site par le nord et s'écoule ensuite à l'endroit du futur projet dans le cas de ruissellement par surverse en hautes eaux ;
- Le ruisseau du moulin à l'ouest du site dans lequel les eaux de ruissellement sont rejetées après décantation et déshuilage et qui est un affluent du Ruisseau du Gorgeat situé en dehors du périmètre du site.

**Figure 10 : Contexte hydraulique**

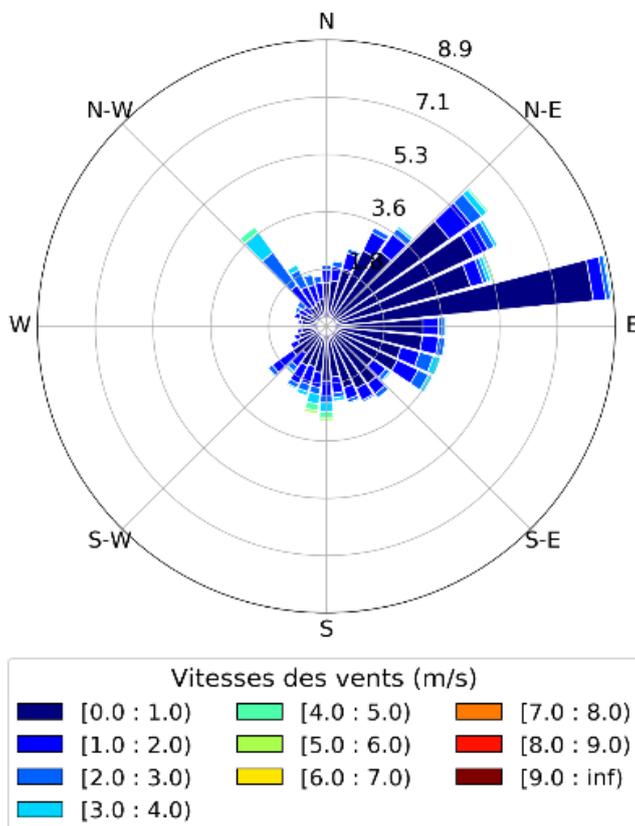


Ces trois sources AEP sont retenues comme cibles potentielles d'un accident sur site.

► **Vents**

La rose des vents 2020 – 2022 du site est présentée sur la figure ci-après. Les vents proviennent majoritairement du secteur Est. Les vents sont principalement faibles à calmes.

**Figure 11 : Rose des vents de la station météorologique du site (données quart-horaire converties en données horaires)**



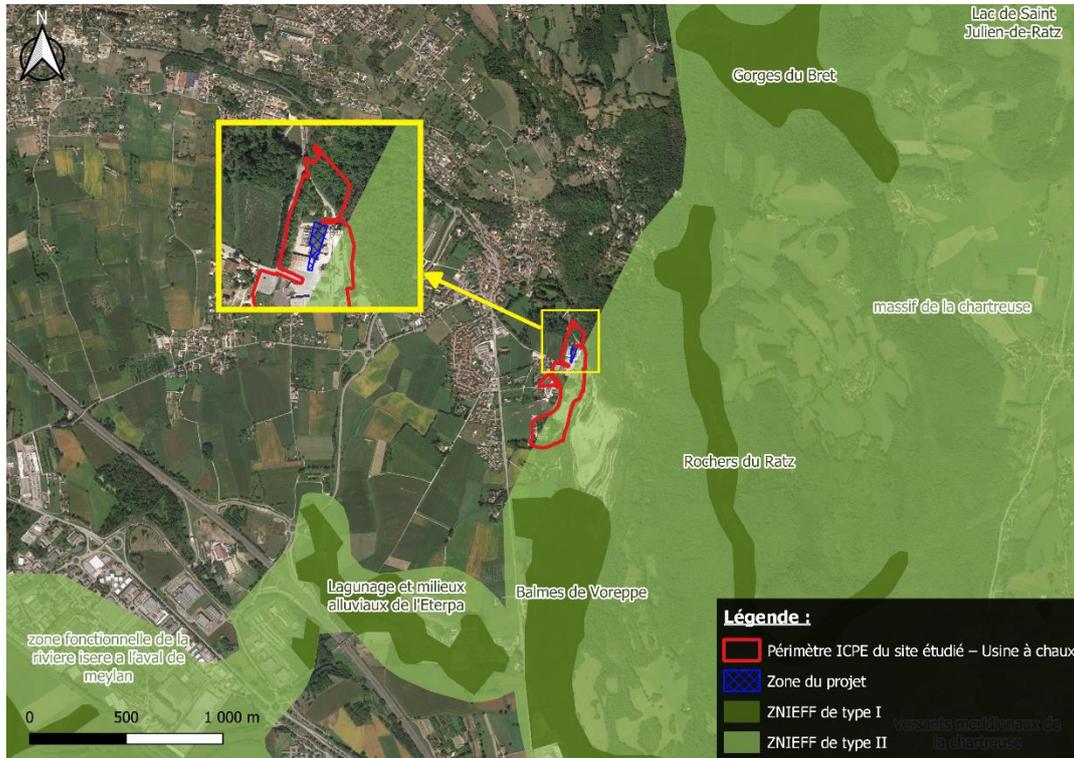
Les installations présentent une vulnérabilité vis-à-vis à une rafale de vent soit de façon directe (action sur les équipements par exemple) ou indirecte (effondrement des structures proches sur les installations).

### 3.2.1.2 Milieux naturels remarquables

Les zones naturelles protégées ou inventoriées les plus proches du site sont les suivantes :

- La zone Natura 2000 la plus proche se situe environ 6,6 km à l'est du site, dans le massif de la Chartreuse, il s'agit de la Zone Spéciale de Conservation « FR8201741- Ubacs du Charmant Som et gorges du Guiers Mort » ;
- Le projet est localisé au sein de la ZNIEFF de type II 820000389 « Massif de la chartreuse ». Il est également situé à moins d'un km de deux ZNIEFF de type I :
  - 820032136 « Balmes de Voreppe » ;
  - 820032126 « Rocher du Ratz ».
- Le projet se situe au sein du Parc Naturel Régional de la Chartreuse, au niveau de sa limite sud-ouest.

**Figure 12 : Localisation des ZNIEFF**



**Figure 13 : Localisation du projet au sein du PNR de la Chartreuse**



Le site étant inclus dans une ZNIEFF de type II, les milieux naturels remarquables sont un enjeu à considérer.

### 3.2.1.3 Risques naturels

#### ► Foudre

De par ses multiples effets, la foudre est susceptible d'engendrer des sinistres sur les structures des bâtiments et des perturbations au niveau des équipements et des moyens de production. Les conséquences dues à ces phénomènes peuvent entraîner directement ou indirectement des risques graves pour la sécurité des personnes, la sûreté du matériel et la qualité de l'environnement.

Le département de l'Isère a un niveau kéraunique moyen de 35, ce qui classe le département à la 14<sup>ème</sup> place sur 96. Concernant la ville de La Buisse, son classement à l'échelle nationale est : 1 993 / 36 613. Ainsi, une agression par la foudre ne peut être exclue.

La foudre peut ainsi être source d'accidents sur site.

#### ► Sismicité

D'après l'article D.563-8-1 du Code de l'environnement, la commune de la Buisse se situe en zone de sismicité de niveau 4 - moyenne. Le tableau ci-dessous reprend les différents événements qui ont eu lieu sur la commune.

**Tableau 7 : Evénements sismiques recensés sur la commune de La Buisse**

Intensité interpolée	Qualité du calcul	Fiabilité de la donnée observée SisFrance	Date du séisme
5.90	calcul précis	données assez sûres	14/08/1924
5.60	calcul peu précis	données incertaines	18/10/1356
5.58	calcul très précis	données très sûres	23/02/1887
5.35	calcul précis	données très sûres	05/08/1881
5.28	calcul précis	données assez sûres	25/07/1855
5.23	calcul précis	données incertaines	09/03/1753
5.20	calcul précis	données assez sûres	26/07/1855
5.17	calcul très précis	données assez sûres	29/04/1905
5.13	calcul très précis	données assez sûres	19/02/1822
5.04	calcul très précis	données assez sûres	15/10/1784

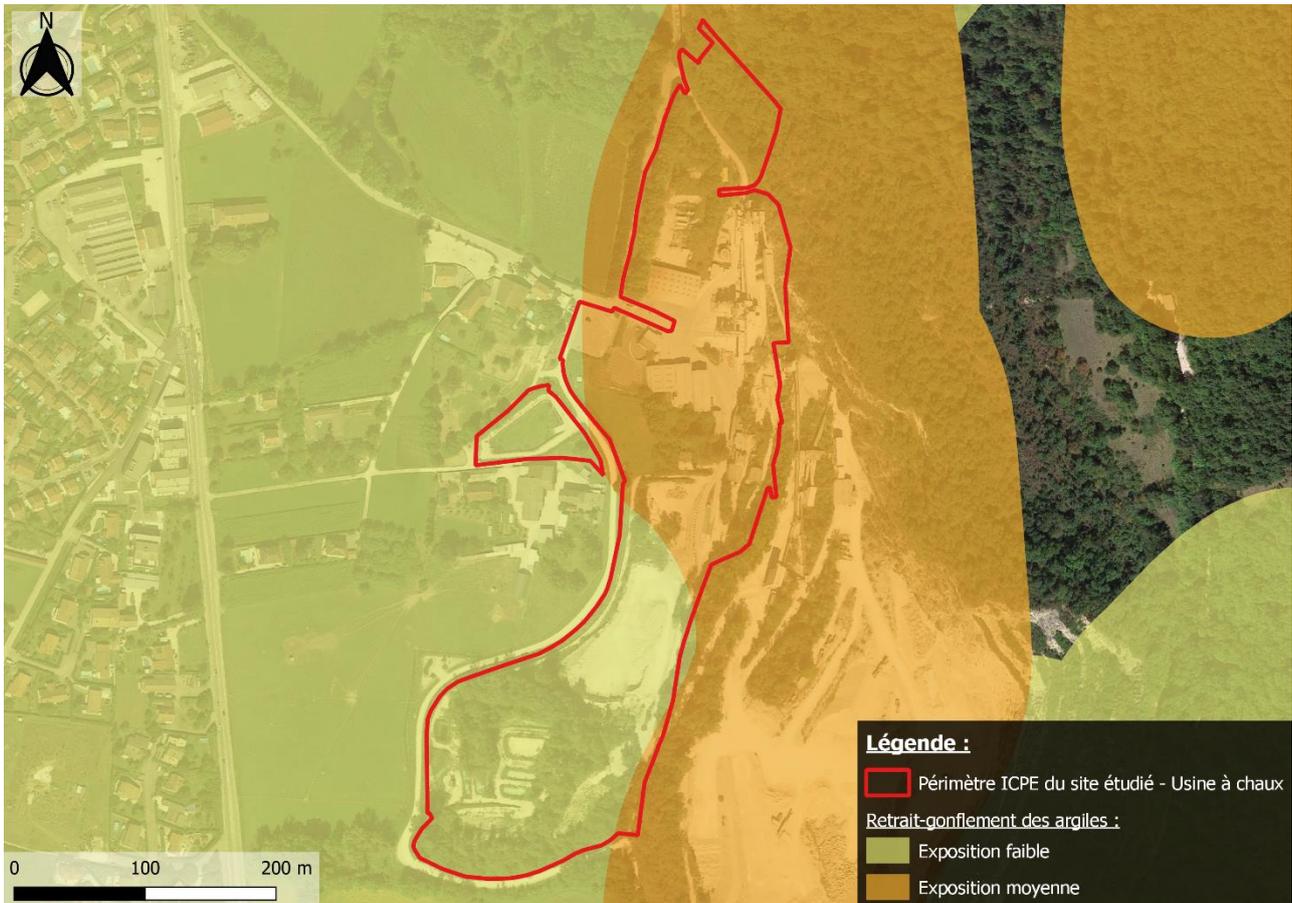
Source : Georisques

Les installations présentent une vulnérabilité à un séisme soit de façon directe (action sur les équipements par exemple) ou indirecte (effondrement des structures proches sur les installations).

#### ► Retrait, gonflement des argiles

D'après le site Georisques, le site d'étude se trouve dans une zone à risque moyen concernant l'aléa de retrait-gonflement des argiles.

Figure 14 : Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles



Les installations seront situées dans une zone à enjeux moyens au regard de l'aléa retrait-gonflement des argiles. Les constructions seront adaptées à cet aléa ; ainsi, ce risque ne sera pas pris en compte dans la suite de l'étude.

### ► Cavités souterraines

D'après le site Georisques, il n'existe aucune cavité souterraine sur la commune de la Buisse.

Ainsi, le site du projet n'est pas concerné par le risque de cavités souterraines.

### ► Inondation

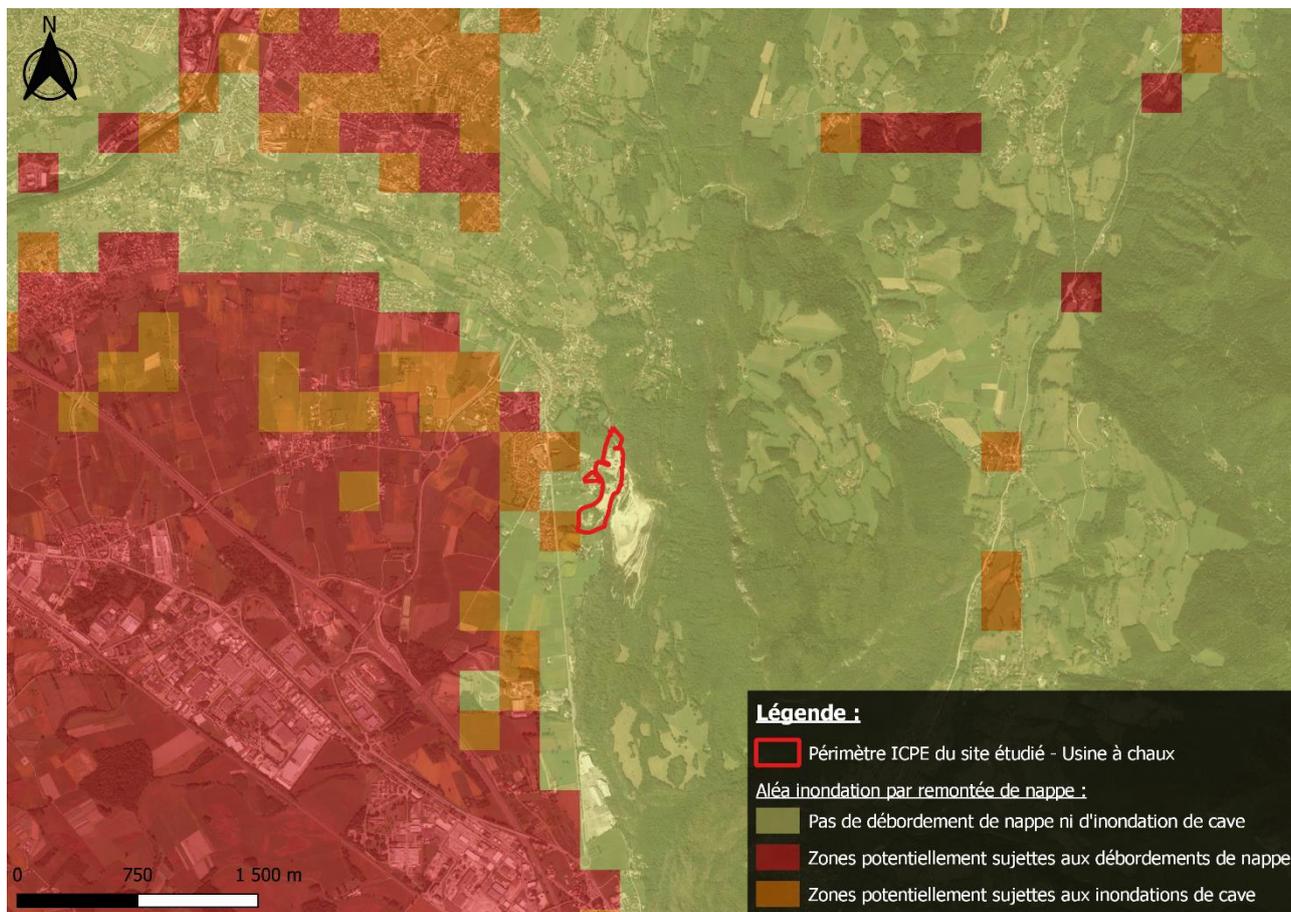
#### ► Inondation par débordement de cours d'eau

La commune de la Buisse est régie par un plan de prévention du risque inondation pour le secteur Isère aval, approuvé par l'arrêté préfectoral du 29 août 2007. Cependant, le site de LHOIST n'est pas localisé dans une zone soumise au PPRI.

#### ► Aléa inondation par remontée de nappe

Le site LHOIST de la Buisse n'est pas concerné par l'aléa remontée de nappe.

Figure 15 : Aléa inondation par remontée de nappe



Compte tenu du contexte du site, le risque inondation par remontée de nappe ne sera pas pris en compte.

### 3.2.2 L'environnement humain

#### 3.2.2.1 Populations

Le site est implanté entre une zone forestière et une zone rurale incluant des habitations, des parcelles agricoles et un ranch équestre.

Les populations sont retenues comme cibles potentielles d'un accident sur site.

#### 3.2.2.2 Voies de communication

##### ► Voies routières

Le site est desservi par la rue de Balthazard, puis la route départementale 1075.

La RD 1075 est situé à plus de 330 m de l'entrée de l'usine.

**Figure 16 : Localisation des voiries proches**

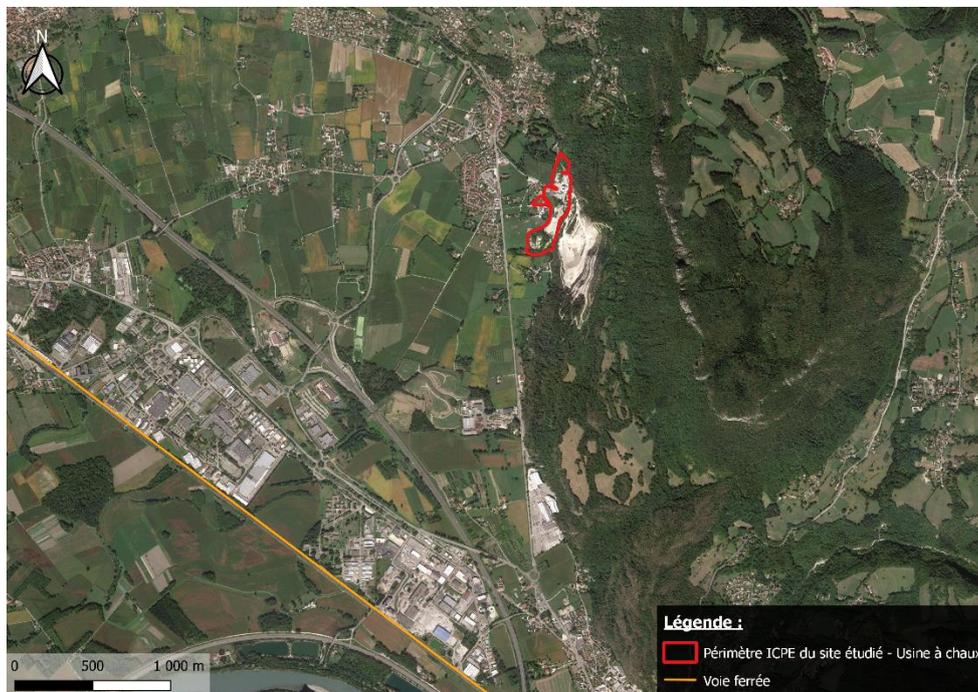


Seul le chemin de Balthazard est retenu comme cible d'un accident sur site.

► **Réseau ferroviaire**

La voie de chemin de fer la plus proche du site est localisée à 2,3 km au sud du site.

**Figure 17 : Localisation de la voie ferrée la plus proche**



Compte tenu de la distance, le trafic ferroviaire n'est pas considéré comme une source possible d'accident au niveau du site.

### ► Infrastructures de transport aérien

L'aéroport le plus proche est celui de Grenoble-Isère. Il est situé à plus de 20 kilomètres à l'ouest du site.

Ce risque ne sera pas retenu dans la suite de l'étude.

### ► Voies navigables

Il n'existe pas de voie navigable identifiée dans le secteur du site.

Ce risque ne sera pas retenu dans la suite de l'étude.

### 3.2.2.3 Patrimoine culturel

Deux monuments historiques se trouvent à moins de 500 m du site :

- L'église Saint-Martin (Clocher) à environ 400 m ;
- Le Château de la Buisse et son parc (vestiges d'établissement gallo-romain) à environ 700 m.

Cependant, les monuments historiques sont suffisamment éloignés pour qu'aucun phénomène dangereux ne les atteigne.

### 3.2.2.4 Etablissements industriels

Le site d'étude n'est pas inclus dans le périmètre d'un Plan de Prévention des Risques Technologiques.

Les ICPE proches sont décrites dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 8 : ICPE les plus proches du site**

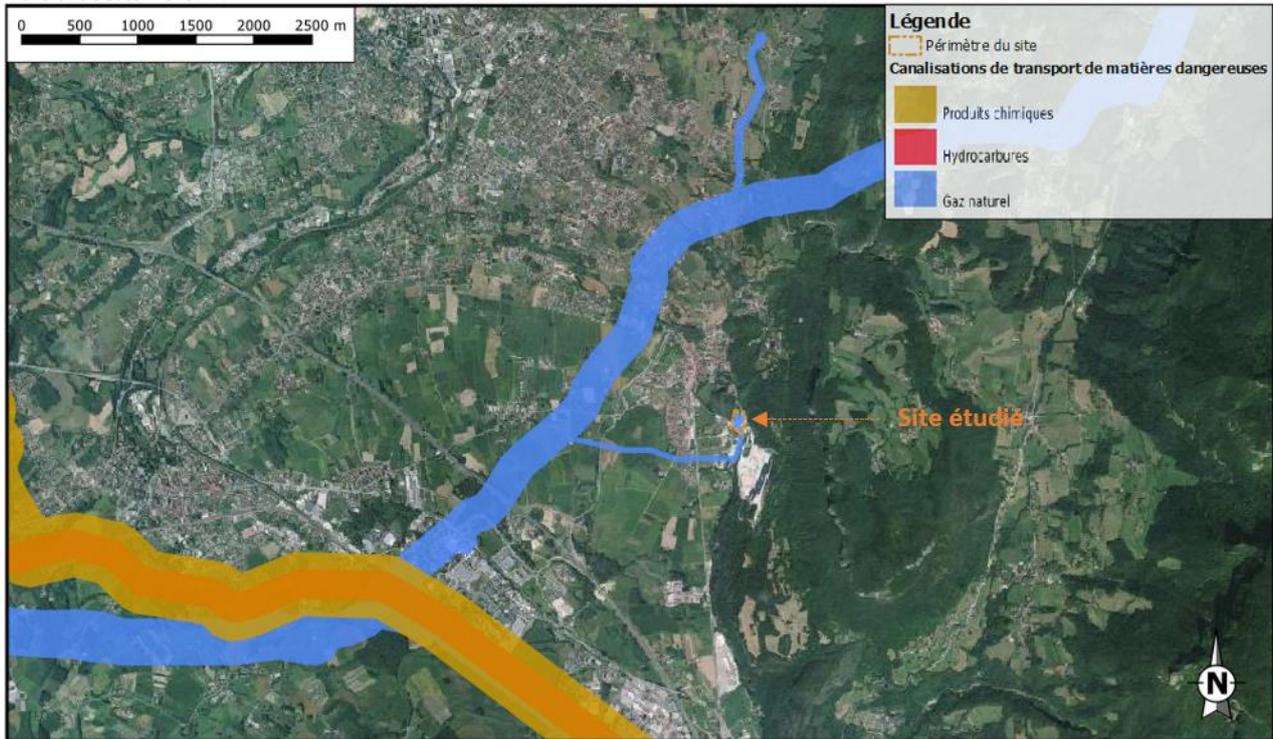
Etablissement	Activité	Distance par rapport au site
Carrières et chaux Balthazard et Cotte	Exploitation de carrière	Accolé à l'est du site

Le risque d'effets domino entre l'usine et la carrière existe et sera étudié.

### 3.2.2.5 Transport de matières dangereuses par canalisations

Il existe des canalisations de matières dangereuses sur la commune de la Buisse ; le site de Carrières et Chaux Balthazard et Cotte est notamment alimenté en gaz naturel pour l'alimentation du four MAERZ.

**Figure 18 : canalisations de Transport de Matières Dangereuses**



La canalisation de gaz naturel sera prise en compte au sein de l'étude de dangers.

### 3.3 Exclusion de certains événements initiateurs

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, les événements externes suivants susceptibles de conduire à des accidents majeurs ne sont pris en compte dans l'étude de dangers en l'absence de règles ou instructions spécifiques :

- Chute de météorite ;
- Séismes d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation, applicable aux installations classées considérées ;
- Crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur ;
- Événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- Chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (plus de 2 km des pistes) ;
- Rupture de barrage ou de digue, au sens des articles R.214-112 et R.214-113 du Code de l'Environnement ;
- Actes de malveillance.

### 3.4 Synthèse de l'analyse de l'environnement

Les cibles directes d'un accident sur le site seraient :

- Les populations ;
- Le milieu naturel : parc naturel régional et ZNIEFF ;
- Les voies routières : les rues adjacentes.

Le site étudié est soumis à certains dangers induits par son milieu environnant vis-à-vis des risques naturels :

- Le risque de retrait-gonflement des argiles ;
- Le risque foudre ;
- Les effets domino induits par la carrière adjacente.

## 4. Description des installations – procédés et fonctionnement

Les évolutions liées au projet sont identifiées en couleur verte.

### 4.1 Présentation générale de l'activité

La société Carrières et Chaux Balthazard & Cotte s'est implantée sur le site d'étude en 1976. Il permet la production d'environ 60 à 80 000 tonnes de chaux par an.

Le site accueille 17 personnes.

Les heures d'ouverture du site sont de 7h15 à 12h00 et de 13h à 17h15 du lundi au vendredi. Le site est fermé le week-end et durant les jours fériés.

Les installations de production fonctionnent en continu, sous contrôle automatisé avec report des informations de fonctionnement et des alarmes au personnel. En cas de dysfonctionnement, les équipements sont automatiquement arrêtés et mis en sécurité.

Il existe une équipe d'astreinte composée de 7 personnes comprenant du personnel de production et de maintenance.

### 4.2 Configuration générale actuelle du site

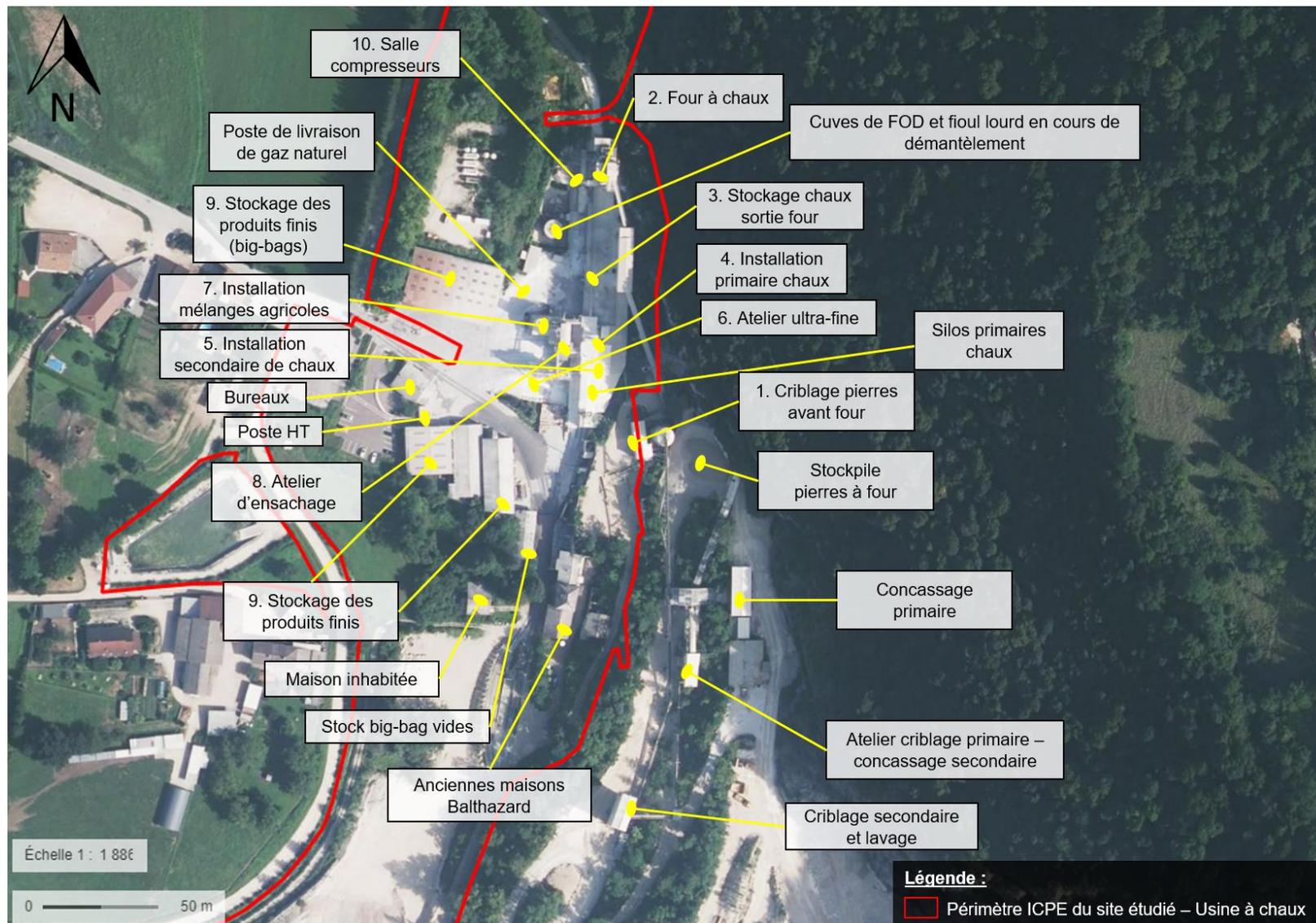
L'établissement comprenant l'ensemble des installations classées et connexes, est organisé de la façon suivante :

1. Une installation de criblage avant alimentation du four
2. Un four à chaux vertical de type Maerz d'une capacité nominale de 300 t/j ;
3. Un stockage de chaux sortie four de 300 t ;
4. Une installation primaire de criblage sur 6 silos ;
5. Une installation secondaire de criblage et de broyage sur 7 silos ;
6. Une installation de chaux ultra-fine avec 3 silos ;
7. Une installation de mélanges agricoles avec 3 silos ;
8. Un atelier d'ensachage ;
9. Trois hangars de stockage de produits finis ;
10. Des compresseurs d'air comprimé.

Des installations situées dans le périmètre carrière, indissociable de l'activité de l'usine sont également représenté sur le plan (installations en amont dans le process du criblage pierres avant four) :

- Stockpile des pierres à four ;
- Concassage primaire ;
- Atelier criblage primaire – concassage secondaire ;
- Criblage secondaire et lavage.

**Figure 19 : Localisation des principales installations**

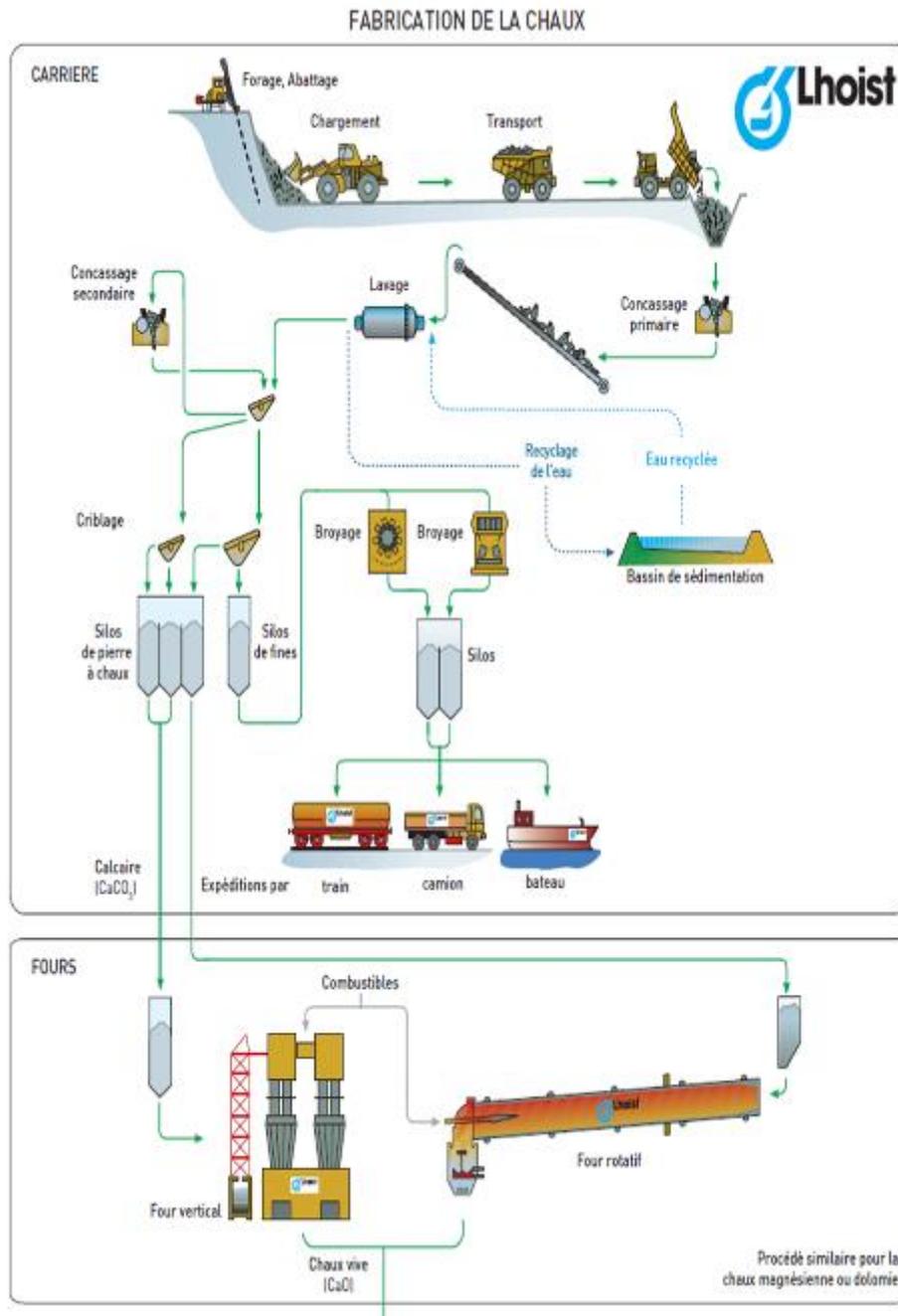


### 4.3 Description générale des activités

L'usine de chaux de La Buisse exploite de la pierre calcaire afin de la cuire dans un four pour la transformer en chaux. La production est continue sur la journée et sur l'année.

Le fonctionnement général d'une usine de fabrication de chaux est illustré sur le schéma suivant :

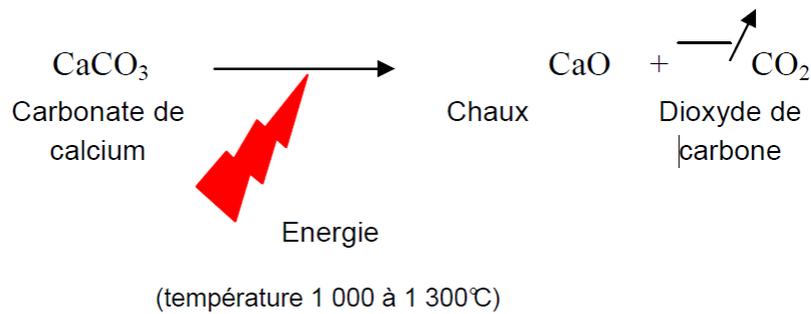
**Figure 20 : Schéma d'une usine de fabrication de chaux**



*A noter que la partie carrière est indépendante, fait l'objet d'un Arrêté Préfectoral distinct et n'est pas prise en compte dans le présent dossier.*

#### 4.3.1 Fabrication de la chaux vive

La chaux dite « vive aérienne » est obtenue par calcination d'une roche calcaire quasiment pure, composée essentiellement de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ). L'apport d'énergie permet la transformation du calcaire en chaux par la réaction suivante :



Lors de sa transformation en chaux, le calcaire perd près de 50 % de son poids par le rejet du  $\text{CO}_2$  à l'atmosphère.

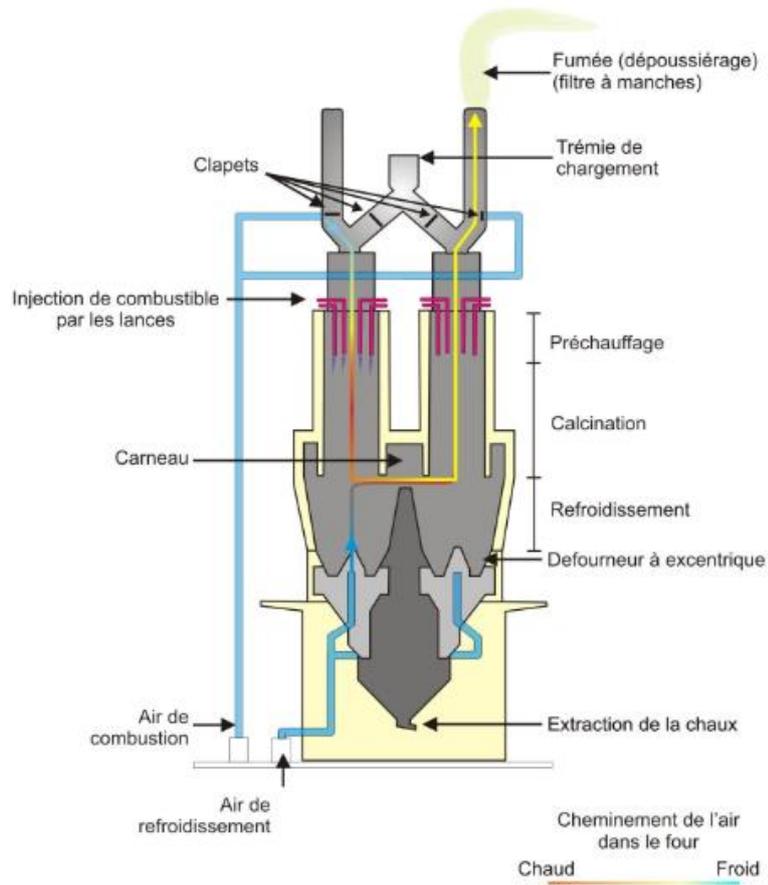
#### 4.3.2 Le principe de fonctionnement du four MAERZ

La calcination est assurée par un four à chaux MAERZ à courant parallèle et à cycles alternés.

##### 4.3.2.1 Description

La figure ci-après présente la coupe transversale d'un four de type MAERZ.

**Figure 21 : Coupe transversale d'un four MAERZ**



**Figure 22 : Photographie du four**



Le principe du four vertical est que la cuisson s'effectue progressivement en descendant verticalement. Le four possède ainsi deux cuves en acier gainées à l'intérieur de briques réfractaires pour résister à la température. Chaque cuve a une section circulaire d'environ 7 m<sup>2</sup> et la hauteur totale utile du four est de 26 m (hauteur totale des installations : 35 m au sommet du cabanage).

Chaque cuve comporte diverses zones :

- Une zone de chargement du four tout au sommet de celui-ci ;
- Une zone de préchauffage à la partie supérieure ;
- Une zone de calcination comportant 18 lances pour l'injection des combustibles ;  
Celles-ci mesurent environ 3 m de longueur et sont situées dans la charge de pierre, protégées par des boucliers ;
- Une zone de refroidissement dans la partie basse du four ;
- Une zone d'extraction en pied de four, ou de défournement ;
- Un canal périphérique sur chaque cuve et un canal de liaison entre les deux cuves (appelé carneau) permettent aux gaz de combustion de passer d'une cuve à l'autre.

Une table à mouvement de va et vient, permet de défourner régulièrement la pierre pendant le cycle. Le niveau de pierre est mesuré par un palpeur. Un système de clapets, actionnés par une centrale hydraulique, permet la manœuvre des circuits des gaz (combustion, fumées, refroidissement), la vidange de la charge défournée et l'alimentation du four.

#### 4.3.2.2 Cycle de cuisson

Le fonctionnement se fait par cycle de 13 à 19 minutes en alternance sur deux cuves.

Lorsque l'une des cuves est en cuisson, l'autre est en cheminée des gaz de combustion de la première.

Chaque four est alimenté par le haut par une benne. Pour chaque cycle, on introduit une charge de pierre de 5 tonnes en tête de four, ce qui permet de produire 2,8 tonnes de chaux. Un système de clapet hydraulique permet de remplir l'une ou l'autre des cuves du four.

Le combustible est injecté en tête de four par 18 lances. L'air de combustion, fourni par des surpresseurs, est introduit en tête de four à température ambiante et se réchauffe au passage des pierres qui ont été mises en température durant le cycle précédent.

L'air de refroidissement, également fourni par des surpresseurs, est introduit à la base du four. Il est utilisé pour le refroidissement de la chaux après cuisson et avant extraction du four. Ce refroidissement permet de soutirer la chaux à une température comprise entre 80°C et 150°C.

L'ensemble des gaz (combustion, refroidissement et CO<sub>2</sub> provenant de la décarbonatation du calcaire) est alors évacué par la cuve B et permet de réchauffer une charge de pierre préalablement introduite.

#### 4.3.2.3 Cuisson

La température de cuisson du calcaire est comprise entre 900 et 1 200°C. La durée de cuisson est de 7 heures environ. La chaux est régulièrement défournée pendant le cycle par l'intermédiaire d'un défourneur à tiroir, à mouvement de va et vient.

Le calcaire, introduit en tête de four, est extrait par le bas du four sous forme de chaux. Le temps de passage total de la pierre en entrée de four jusqu'en sortie sous forme de chaux est de 16 à 24 h suivant la production.

### 4.3.3 Combustibles utilisés dans le process

#### 4.3.3.1 Gaz naturel

Le gaz naturel est actuellement utilisé pour l'alimentation du four MAERZ.

#### 4.3.3.2 Projet : ajout de combustibles issus de la biomasse et du Bois B

L'objectif du projet est de substituer 55% de combustible gaz, nécessaire au fonctionnement du four à chaux, par de la biomasse et du bois B (soit environ 83 000 t de bois par an).

#### ► Principales étapes du process

##### ► Réception et stockage de bois

Des camions à fonds mouvant viennent déverser le produit (environ 90 m<sup>3</sup>) dans une cellule de stockage à plat équipée d'un système de râteau permettant de ramener le produit vers l'équipement d'extraction. La capacité totale de stockage de bois est d'environ 350 m<sup>3</sup> (environ 100t pour une densité 0.3), ce qui permet un fonctionnement du four en autonomie sur 4 jours.

Le système d'extraction est composé de vis à pas variable permettant une alimentation fixe (environ 1,2 t/h) du système de transport par redler (convoyeur à chaîne étanche), vers les équipements de criblage/déferraillage.

##### ► Criblage et déferraillage

Un crible à disques, en sortie de redler, permet d'éliminer les éléments volumineux imbroyables qui sont réceptionnés dans une benne dédiée.

Un aimant permet de récupérer les déchets ferreux, qui sont collectés dans une autre benne.

##### ► Broyage

Un broyeur à marteaux permet de réduire la sciure à une granulométrie de 0/2mm.

Un broyeur de secours identique est prévu afin de permettre la réparation du premier ou de procéder aux maintenances préventives.

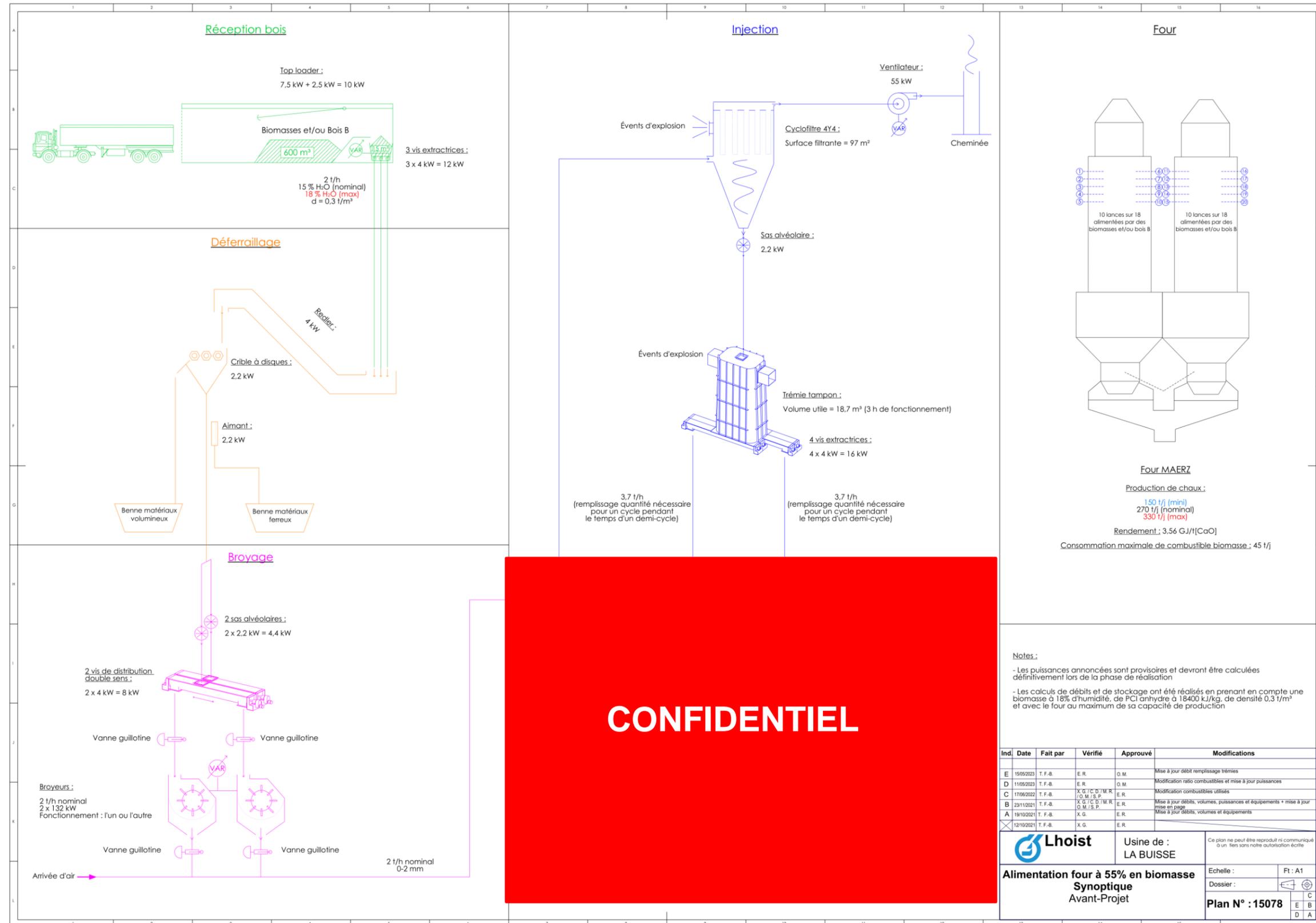
##### ► Cyclofiltre

Un cyclofiltre et un transport pneumatique permettent les fonctions de filtre et transport. Il y a un risque d'explosion avec la poussière fine de bois (un équipement rond permet de mieux contenir l'explosion qu'un équipement carré). Les panneaux d'explosion doivent être à l'extérieur.

##### ► Injection – CONFIDENTIEL

Pour des raisons de confidentialité lié à la technologie retenue, CARRIERES et CHAUX BALTHAZARD & COTTE ne souhaite pas rendre disponible la présentation de la phase injection. Si nécessaire, une version complète du document peut être demandée au porteur du dossier.

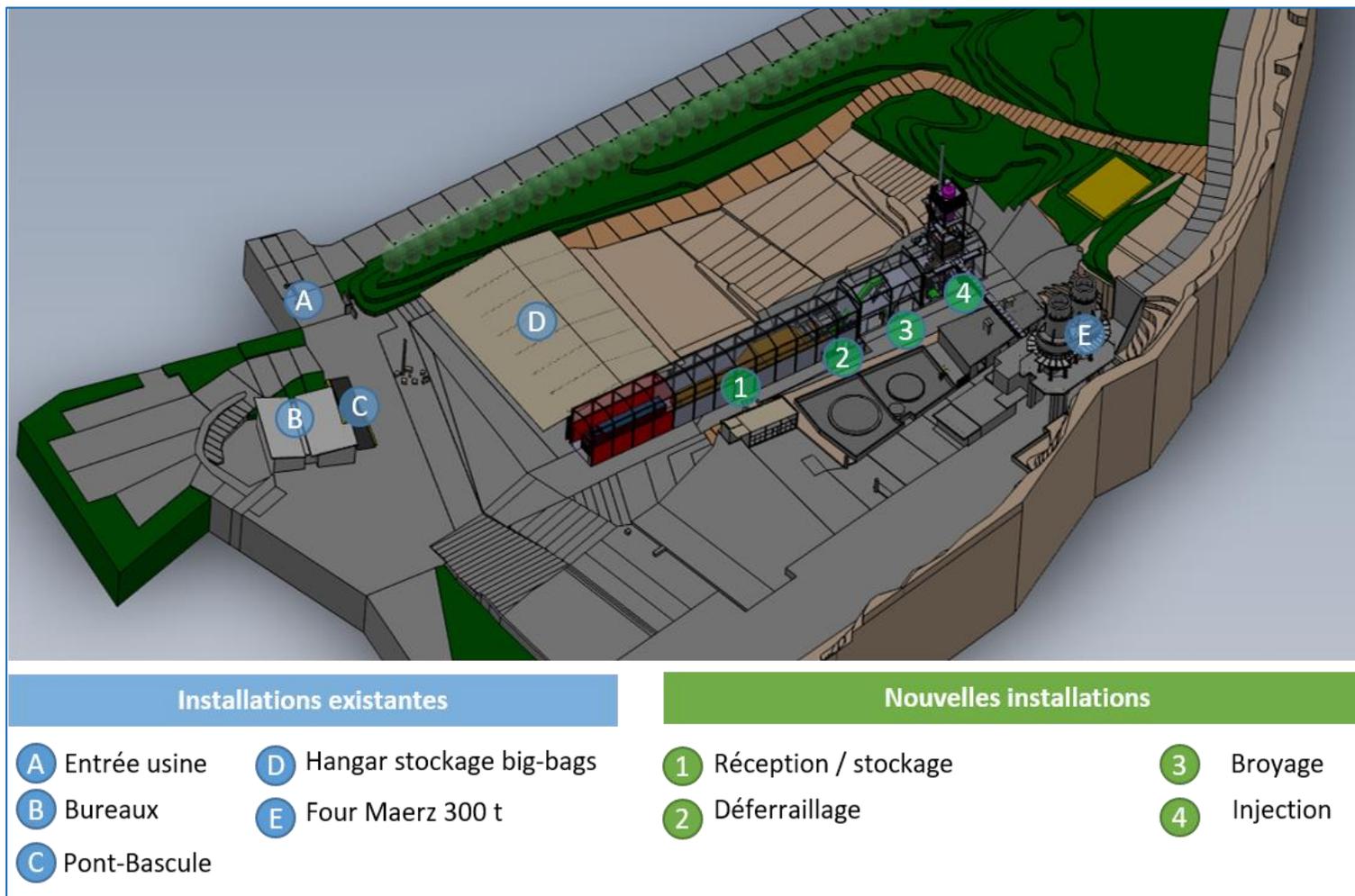
Figure 23 : Synoptique du process



► **Aménagements prévus**

Les aménagements prévus sont présentés sur la figure suivante :

**Figure 24 : Aménagements prévus sur le site de La Buisse pour l'intégration de biomasse en tant que combustible**



## ► Equipements

Les équipements prévus sont les suivants :

**Tableau 9 : Liste des équipements prévus par le projet**

ZONE	EQUIPEMENT
RECEPTION / STOCKAGE	Top loader
	Vis extractrice
DEFERRAILLAGE	Redler
	Crible
	Aimant
BROYAGE	Sas alvéolaire
	Vis de distribution double sens
	Vanne guillotine
	Broyeur
	Vanne guillotine
INJECTION	Cyclofiltre
	Ventilateur
	Sas alvéolaire
	Vis extractrice
	Vanne papillon
	Filtre (1 manche)
	Vis injection
	Ventilateurs pour vis d'injection
	Vanne à manchon
	Ventilateurs pour surpresseurs
	Surpresseur

### 4.3.4 Traitement de la chaux et des produits finis

En sortie du four, la chaux vive possède une granulométrie de 0 à 110 mm. Elle est extraite du four par une manutention puis stockée dans une fosse sous-terrainne. La chaux est ensuite reprise pour être criblée puis broyée pour atteindre différentes granulométries :

- Un broyeur à marteaux de 55kW pour produire de la 0/3 et de la 3/8
- Un broyeur granulateur à cône de 32kW pour produire de la 3/8
- Un concasseur à mâchoires de 22kW pour produire de la 25/50
- Un bi-rotor à marteaux de 110kW pour la chaux 0/2 mm

La qualité de la chaux obtenue varie avec sa granulométrie :

- Le 0 à 3 mm contient le plus d'impuretés,
- Le 3 mm à 8 mm, le 8 à 25 mm et le 25 à 50 mm sont en général d'excellente qualité,

- Le 50 mm à 80 mm est susceptible de comporter plus d'incuits, sous forme de  $\text{CaCO}_3$ .

La chaux vive vendue peut être soit chargée en vrac à partir de 17 silos de 20 t à 220 t unitaires, ou ensachés dans l'atelier d'ensachage, pour une capacité totale de 1 000 tonnes.

Des protocoles de sécurité entre Carrières et Chaux Balthazard et Cotte et les transporteurs précisent les conditions d'accès et de chargement des véhicules. Le chargement se fait par une personne de Carrières et Chaux Balthazard et Cotte pendant les heures autorisées au chargement.

#### 4.3.5 Atelier d'ensachage

Les opérations d'ensachage sont semi-automatiques pour les sacs et big-bags.

Les conditionnements de produits finis en sac sont variés et évoluent avec les marchés. Les sacs sont généralement en plastique et sont fermés soudés. Les sacs ont des capacités de 50 kg (sacs plastiques de chaux vive). Ils sont palettisés et mis sous housse étanche.

Les big-bags sont de plus en plus demandés. Ils sont disponibles en 500, 600, 1 000 et 1200 kg (chaux vive granulés).

Le chargement des camions des palettes et big-bags se fait par le personnel Carrières et chaux Balthazard et Cotte à l'aide de chariots élévateurs prévus à cet effet.

#### 4.3.6 Pilotage des installations

##### 4.3.6.1 Four MAERZ

Les alimentations en pierres, les unités de traitement de la chaux et du four de calcination vertical MAERZ sont automatisés et peuvent fonctionner 24h/24 sans intervention humaine pour leur pilotage.

Le four possède son local de pilotage où sont notamment regroupés les informations suivantes :

- Alimentation en pierres ;
- Niveau de pierres dans les cuves des fours (par palpeur mécanique) ;
- Températures de fonctionnement (carneau, fumées, chaux défournée) ;
- Pressions statiques (air de combustion, de refroidissement, carneau de liaison, gaz naturel) ;
- Débits en combustibles ;
- Débits en air (combustion, refroidissement) ;
- État des transports et des stockages de la chaux.

##### 4.3.6.2 Autres installations

Les reprises de pierres de carrière, les unités de broyage, de criblage et de préparations des granulats sont automatisées. Diverses informations électroniques arrivent au contrôle commande (niveau dans les silos, fonctionnement des transports, débits,...) qui pilote le fonctionnement des installations selon des programmes pré-établis en fonction des besoins de la production.

Les opérateurs exercent un rôle de surveillance des installations et de programmation de production. En cas de dysfonctionnement, les équipements sont automatiquement arrêtés et mis en sécurité. Une intervention humaine est nécessaire pour leur redémarrage.

Les installations de reprise de la chaux après le four ainsi que du traitement de celles-ci sont également automatisées.

Les contrôles commandes des différentes installations sont asservis entre eux.

Les niveaux dans les silos sont mesurés en continu et sont disponibles sur les postes de supervision.

## 4.4 Equipements annexes

### 4.4.1 Transformateurs électriques

Il y a 4 transformateurs sur le site, répertoriés dans le tableau suivant :

**Tableau 10 : Caractéristiques des transformateurs**

Intitulé	Localisation	Puissance (kVA)
COMPACT CM 2000	Four MAERZ	1 250
COMPACT C 1001M	Poste chaud	630
KLOCNER MOELLER	Poste chaud	630
COMPACT C800N	Entrée	250

### 4.4.2 Compresseur à air

Le site dispose de deux compresseurs, de puissances respectives 75 et 100 kW.

## 5. Description des accidents ou incidents survenus (accidentologie)

### 5.1 Introduction

L'historique des accidents (dans la limite des relations qui en sont faites) permet :

- De préciser la nature des événements susceptibles de survenir, en se fondant sur des accidents survenus dans l'exercice des activités amenées à être modifiées sur le site ;
- D'établir les scénarios d'accidents génériques qui seront soumis à l'analyse détaillée des risques ;
- De contribuer à déterminer les équipements de sécurité et à mieux définir la stratégie de gestion des risques.

### 5.2 Description d'accidents et d'incidents survenus

#### 5.2.1 Accidentologie du site de La Buisse

Il n'y a pas eu d'accident sur le site de la Buisse au cours des 5 dernières années.

#### 5.2.2 Retour d'expérience de LHOIST

Le principal accident survenu sur les sites LHOIST est repris ci-dessous. Celui-ci n'a pas entraîné de dommages aux personnes.

- Date : juillet 2018 ;
- Type : incendie ;
- Causes et déroulement : défaillance électrique ; le sinistre s'est propagé à la salle de contrôle des fours, un local électrique, la salle des transformateurs Haute Tension et à la salle hydraulique ;
- Mesures prises : les dispositions prises par Carrières et Chaux Balthazard et Cotte pour supprimer ou réduire les conséquences de cet accident ont été la reconstruction de nouvelles salles électriques / hydraulique et pneumatiques. Ainsi, les mesures suivantes ont été prises :
  - La salle électrique BT est séparée en 3 locaux distincts ;
  - Chaque transformateur est dans un espace séparé avec une porte grillagée ;
  - La batterie de condensateur est dans un local indépendant ;
  - Chaque salle est cloisonnée par des murs anti-feu ;
  - Un système de détection et extinction incendie est installé répondant à la règle APSAD R13 ;
  - Des extincteurs ont été installés conformément à la règle APSAD R4 ;
  - Toutes les ouvertures ont été calfeutrées.

### 5.3 Description d'accidents et d'incidents survenus sur des sites aux activités équivalentes

La base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) du Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (BARPI) a été consultée. La recherche a été réalisée en considérant l'ensemble des activités concernant la production de chaux et l'utilisation de bois.

### 5.3.1 Production de chaux

Une recherche a été effectuée en octobre 2021 concernant l'activité de production de chaux (2352Z), mettant en évidence 12 accidents, dont 11 concernent une activité similaire à celle du site de Carrières et Chaux Balthazard et Cotte à la Buisse.

L'analyse de ces accidents est présentée ci-dessous.

#### ► Principaux types d'accidents survenus

La répartition des types d'accidents est donnée en % du nombre d'accidents pour lequel le type d'événement est connu. Les indicateurs chiffrés correspondants sont à examiner avec prudence en raison du faible échantillon considéré (12 cas).

Le tableau suivant montre la répartition des 12 accidents étudiés en fonction de leur typologie. Un même accident peut donner lieu à plusieurs types d'événements (incendie et explosion, incendie et pollution des eaux...).

**Tableau 11 : Principales situations à risques – production de chaux**

Types d'accidents	Nombre d'accidents	% du total (*)
Incendie	6	55%
Rejet de substances dangereuses	7	64 %
Autres	1	9 %

(\*) Nombre d'événements pour lesquels la typologie est connue : 11.

#### ► Circonstances et causes d'accidents survenus

##### ► Circonstances de survenue des accidents

**Tableau 12 : Principales circonstances de survenue des accidents – production de chaux**

Circonstances de survenue des accident	Nombre d'accidents	% du total (*)
Réparation ou maintenance	1	9 %
Fonctionnement normal des équipements ou du site	6	55 %
Inconnu	4	36 %

(\*) Nombre d'événements pour lesquels la typologie est connue : 7

##### ► Causes

**Tableau 13 : Principales causes – production de chaux**

Causes des accidents	Nombre d'accidents	% du total (*)
<b>Défaillance matérielle</b> : dysfonctionnements divers d'équipements	2	18 %
<b>Dysfonctionnement électrique</b>	2	18 %

Causes des accidents	Nombre d'accidents	% du total (*)
Défaillance humaine : intervention inadaptée	1	9 %
Agression d'origine externe : agression d'origine naturelle	1	9 %
Inconnu	5	45 %

(\*) Nombre d'événements pour lesquels la typologie est connue : 6

Les accidents potentiels sont donc l'incendie, l'explosion et le rejet de substances dangereuses.

### 5.3.2 Bois

La synthèse réalisée par le BARPI en 2012 sur l'Accidentologie relative aux dépôts de bois sec ou matériaux combustibles analogues a été utilisée pour étudier l'accidentologie du projet.

#### ► Typologie

La typologie des accidents est la suivante :

**Tableau 14 : Typologie des accidents**

Phénomènes dangereux (un accident peut avoir plusieurs typologies)	Nb accidents	%
Incendie	241	100
Rejet matières dangereuses / polluantes	25	10
Explosion	8	3

#### ► Incendies

Avec 241 événements, les incendies constituent pratiquement la totalité des typologies d'accidents rencontrés. Seul 1 cas (ARIA 26459) où 6 000 tonnes de bois ont été emportées par les eaux lors d'une inondation d'une papeterie est enregistré.

La propagation des incendies est facilitée par le vent (ARIA 5096, 17916, 18248, 32397...). D'importants rayonnements thermiques peuvent être générés (ARIA 16411, 17916, 20241, 22835, 23815...), entraînant des fusions de câbles électriques et de gaines de gaz (ARIA 17916, 22835) ou pouvant pénétrer au travers de la tenue de protection des pompiers (ARIA 20241).

Les interventions sont souvent de longues durées (ARIA 4455, 35035, 37214...) et nécessitent des moyens et des effectifs importants (ARIA 17530, 31007, 37214...). Des difficultés d'alimentation en eau d'extinction sont régulièrement signalées (ARIA 31916, 37214...).

Des périmètres de sécurité sont mis en place avec évacuation d'habitations (ARIA 7919, 18248, 36549), interruption de la circulation ferroviaire (ARIA 13223, 20241, 34891, 36549, 37214) et interruption d'alimentation en gaz et en électricité (ARIA 17916). Les secours sont conduits à protéger des habitations (ARIA 26389, 39356). Des dépôts de matières dangereuses se trouvent parfois dans le voisinage (ARIA 13223, 36549).

#### ► Rejets de matières dangereuses ou polluantes (fumées/eaux d'extinction)

Les fumées des incendies (ARIA 17916, 31946...) contiennent quelques fois des substances dangereuses pour la santé (dioxines, PCB) et génèrent d'importantes conséquences sanitaires et environnementales : plus de 2 000 animaux abattus dans le cas de l'accident de Saint-Cyprien (ARIA 35035). Les produits toxiques

utilisés pour le traitement du bois sont susceptibles d'être entraînés dans les eaux d'extinction et les fumées (ARIA 22545). Les eaux d'extinction peuvent également polluer des cours d'eau (ARIA 9998, 35035, 41147).

### ► Explosions

Sur 7 des 8 explosions recensées (ARIA 12632, 15398, 15635, 25294, 26389, 27647, 29759, 40335), les équipements incriminés sont des stockages de copeaux de bois en milieu fermé où des explosions de poussières se sont produites (ARIA 12632, 15398, 15635, 29759) et des bouteilles de gaz (ARIA 26389, 27647, 40335). Dans un cas (ARIA 25294), l'incendie d'un stockage de bois s'est propagé à une cuve de fioul provoquant une explosion.

### ► Origines et causes

Les origines ou causes des accidents sont connues dans 51 cas sur 242 incidents/accidents soit 21 % de la totalité des événements. Leur répartition par grandes familles de causes (matérielle/ organisationnelle et humaine/ malveillance) est la suivante :

	Nb accidents	%
Défaillance matérielle	9	18
Facteur humain / défaillance d'organisation (hors malveillance pure)	27	53
Malveillance	18	35

Les défaillances matérielles concernent principalement :

- Des étincelles provenant de différentes machines (ARIA 17530, 21421...)
- Des problèmes électriques / d'éclairage (ARIA 25551)
- Un frottement métal-métal d'une vis sur une goulotte dans un silo de sciure (ARIA 8634)

Une défaillance organisationnelle ou humaine (absence de contrôle/ manque de procédure adaptée ou formation/ insuffisance de retour d'expérience) est suspectée ou clairement identifiée, dans les situations suivantes :

- Brûlage de déchets à côté des stockages (ARIA 17916, 21492) ;
- Échauffement/ auto-combustion de poussières de bois, de sciures, etc. (ARIA 15398, 20460, 25583, 27919) ;
- Stockages anarchiques (ARIA 26389, 33693) ;
- Mauvais entretien du site (débroussaillage : ARIA 30558) ;
- Mauvaise préparation des opérations de maintenance (ARIA 35989) ;
- Manque de formation des employés en cas d'incendie (ARIA 41147) ;
- Méconnaissance des consignes d'exploitation par les opérateurs (ARIA 41435).

Au vu du retour de l'accidentologie d'activités similaires, les risques « incendie » et rejet de matières dangereuses seront retenus.

## 6. Caractérisation des potentiels de danger, risques associés et possibilités de réduction

La description des installations et procédés du site a permis d'identifier les potentiels de danger du site, qui sont présentés dans les paragraphes suivants, ainsi que leurs possibilités de réduction.

### 6.1 Dangers liés aux produits

#### 6.1.1 Les combustibles

##### 6.1.1.1 Le gaz naturel

Le gaz naturel est actuellement utilisé pour l'alimentation du four MAERZ.

Il est délivré au poste de livraison sous une pression maximale de service (PMS) de 67,7 bars puis est détendu à une pression de 6 bars au poste détente GRT Gaz. Celui-ci est situé au niveau supérieur du site, en bordure de la route d'accès et a été refait en 2006.

Une canalisation DN115 enterrée en acier ordinaire et protégée par protection cathodique dessert le four.

**Tableau 15 : Caractéristiques et dangers du gaz naturel**

Produit :	Gaz naturel
Caractéristiques physico-chimiques :	Gaz inodore et incolore Masse volumique (à 0°C et 1 atm) : 0,72 kg/m <sup>3</sup> Température d'auto-inflammation <sup>1</sup> : 537°C Limites d'explosivité <sup>2</sup> : 5,3% à 15%
Etiquetage :	
Mentions de danger :	H220 - Gaz extrêmement inflammable
Dangers pour l'environnement :	Incendie et Explosion
Dangers pour l'homme :	Anoxie (asphyxie par manque d'oxygène)

En cas de perte de confinement sur une canalisation, le gaz naturel va former un jet ou nuage gazeux, qui pourrait, en cas de source d'ignition, entraîner un **jet enflammé** ou bien une **explosion de nuage gazeux** (VCE<sup>3</sup> en milieu confiné et UVCE<sup>4</sup> en milieu non confiné).

##### 6.1.1.2 La biomasse et le bois B

Le projet dont fait l'objet ce dossier de demande d'autorisation prévoit l'utilisation des combustibles suivants :

- De la biomasse<sup>5</sup> :
  - Des produits composés d'une matière végétale forestière susceptible d'être employée comme combustible en vue d'utiliser son contenu énergétique : il s'agit de plaquettes forestières et

<sup>1</sup> Température à laquelle la réaction de combustion d'un corps s'amorce d'elle-même sans qu'elle soit mise au contact d'une flamme ou d'une étincelle.

<sup>2</sup> Concentrations minimale et maximale d'un gaz en volume d'air, entre lesquels ce gaz peut être explosif.

<sup>3</sup> Vapeur Cloud Explosion

<sup>4</sup> Unconfined Vapeur Cloud Explosion

<sup>5</sup> Au sens de la rubrique 2910

paysagères ligneuses, combustibles issus de filière de production de bois, usuellement appelé « Bois A » ;

- Des produits composés d'une matière végétale agricole : résidus de vignes, vergers ou culture céréalières (pépin de raisin, grignons d'olive, rafles de maïs, tourteaux de colza, coques de noix, coques de tournesols...);
- Des déchets de bois (à l'exception des déchets de bois susceptibles de contenir des composés organiques halogénés ou des métaux lourds à la suite d'un traitement avec des conservateurs du bois ou du placement d'un revêtement tels que les déchets de bois de ce type provenant de déchets de construction ou de démolition) : il s'agit de connexes et bois en fin de vie bois, considéré en tant que déchets, usuellement appelé « Bois B ».

Les caractéristiques envisagées du bois sont les suivantes :

**Tableau 16 : Caractéristiques du mélange biomasse / Bois B**

Biomasse entrée usine	Biomasse broyée entrée four
Humidité : 15% nominal, 18% maximum	Humidité : 15% nominal, 18% maximum PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur: chaleur dégagée par la combustion complète d'une unité de combustible) : 15,3 GJ/t (pour une biomasse à 15% d'humidité)

La biomasse est un solide d'origine végétale. Certaines de ses caractéristiques comme la densité peuvent varier en fonction de l'essence utilisée, de son humidité, mais aussi en fonction de la sylviculture.

Les dangers qui lui sont associés varient principalement en fonction de son hygrométrie et de sa granulométrie.

Compte tenu de leur nature combustible, il existe un risque d'incendie, plus réduit sur le bois vert, car contenant de l'eau.

Les caractéristiques d'explosivité des poussières varient surtout en fonction de la granulométrie des poussières et de leur teneur en eau. En particulier, pour une teneur en eau de 40% ou pour une granulométrie supérieure à 0,3 mm de diamètre, les poussières ne sont en général pas considérées comme explosives.

Le danger d'explosion concerne pour l'essentiel les installations de transport et filtration de l'air chargé en poussières.

### 6.1.2 Stockage des principaux produits chimiques

Les principaux produits dangereux stockés sur le site de Carrières et chaux Balthazard et Cotte de la Buisse sont répertoriés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 17 : Principaux produits stockés sur le site de la Buisse**

PRODUIT	QUANTITE	UTILISATION	ETAT PHYSIQUE	TYPE DE DANGERS	MENTIONS DE DANGERS	PROPRIETES	DANGERS POUR L'ENVIRONNEMENT	PRODUITS DE DECOMPOSITION THERMIQUE
CORTIS SHT 200	Fût 20 L	Huile de circulation	Liquide	-	EUH210	-	-	CO, CO2, hydrocarbures variés, aldéhydes et suies
DYNATRANS MPV	Fût 200 L	Fluide de transmission	Liquide	-	-	-	-	CO, CO2, hydrocarbures variés, aldéhydes et suies
EQUIVIS 46	Fût 200 L	Huile hydraulique	Liquide	-	-	-	-	CO, CO2, hydrocarbures variés, aldéhydes et suies, oxydes de soufre, sulfure d'hydrogène, mercaptans, oxydes d'azote, oxydes de phosphore, oxydes de zinc
FLUIDE G3	Fût 200 L	Fluide de transmission	Liquide	Dangereux pour la santé	H317	-	Epanchage	CO, CO2, hydrocarbures variés, aldéhydes et suies
RUBIA S 10 W	Fût 200 L	Huile moteur	Liquide	-	-	-	-	CO, CO2, hydrocarbures variés, aldéhydes et suies, oxydes de phosphore. Oxydes d'azote (NOx). Oxydes de zinc. Silicon dioxide
RUBIA S 30	Fût 200 L	Huile moteur	Liquide	-	-	-	-	CO, CO2, hydrocarbures variés, aldéhydes et suies, oxydes d'azote, oxydes de zinc
RUBIA TIR 6400 15W40	Fût 200 L	Huile moteur	Liquide	-	EUH210	-	-	Aucun
RUBIA TIR 7400 15W40	Fût 200 L	Huile moteur	Liquide	-	-	-	-	Aucun
MUTIS EP 2	Fût 220 kg Cartouche Seau	Graisse	Solide	-	EUH210	-	-	CO, CO2, hydrocarbures variés, aldéhydes et suies, oxydes de soufre, sulfure d'hydrogène, mercaptans, oxydes d'azote, oxydes de phosphore, oxydes de zinc
MULTIS MS 2	Cartouche 200g	Graisse	Solide	-	-	-	-	CO, CO2, hydrocarbures variés, aldéhydes et suies,

## 6. Caractérisation des potentiels de danger, risques associés et possibilités de réduction

PRODUIT	QUANTITE	UTILISATION	ETAT PHYSIQUE	TYPE DE DANGERS	MENTIONS DE DANGERS	PROPRIETES	DANGERS POUR L'ENVIRONNEMENT	PRODUITS DE DECOMPOSITION THERMIQUE
								oxydes de soufre, sulfure d'hydrogène, mercaptans, oxydes d'azote, oxydes de phosphore, oxydes de zinc
CERAN MS	Seau 19 kg	Graisse	Solide	Dangereux pour la santé	H319	-	Epannage	CO, CO2, hydrocarbures variés, aldéhydes et suies, oxydes de phosphore. Oxydes d'azote (NOx). Oxydes de zinc. Silicon dioxide
LUGRIP	Aérosol 500ml	Lubrifiant	Aérosol	Dangereux pour la santé, inflammable	H222, H229, H336, EUH066	Inflammable	Epannage Incendie	CO, CO2
LUB ALUMINIUM	Aérosol 500ml	Lubrifiant H T	Aérosol	Dangereux pour la santé, inflammable	H222, H229, H315, H336, H412	Inflammable	Epannage Incendie	CO, CO2
GLACELF CLASSIC	Fût 200 L	ANTIGEL	Liquide	Dangereux pour la santé, très dangereux pour la santé	H302, H373	-	Epannage	CO, CO2, hydrocarbures variés, aldéhydes et suies, cétones, oxydes de sodium
SYNERAL	Bidon 5 L	Nettoyant sanitaire	Liquide	Corrosif	H314	Corrosif	Epannage	CO, CO2, oxyde d'azote
TETRAMAX.SID	Bidon 5 L	Détergent	Liquide	Corrosif	H314	Corrosif	Epannage	CO, CO2
LG20	Bidon 200 L	Lave glace	Liquide	Inflammable	H226	Inflammable	Incendie	CO, CO2, oxyde d'azote
NOVA BLUE	Bidon 60 L	Dégraissant	Liquide	-	-	-	-	CO, CO2
SYNEROX	Bidon 5 L	Désoxydant	Liquide	Corrosif, inflammable	H226, H318	Inflammable	Epannage Incendie	CO, CO2, oxyde d'azote
BETONNET	Bidon 200 L		Liquide	Corrosif, dangereux pour la santé	H314, H335	Corrosif	Epannage	Chlorure d'hydrogène, phosgène, chlore
CHEMART 13290	Cubi 1 000 L	Emoteur	Liquide	-	-	-	-	CO, CO2
Fuel domestique	1 citerne	Combustible	Liquide	Inflammable, dangereux pour la santé, très dangereux pour la santé,	H226, H304, H315, H332,	Inflammable	Epannage Incendie	Aucun connu

## 6. Caractérisation des potentiels de danger, risques associés et possibilités de réduction

PRODUIT	QUANTITE	UTILISATION	ETAT PHYSIQUE	TYPE DE DANGERS	MENTIONS DE DANGERS	PROPRIETES	DANGERS POUR L'ENVIRONNEMENT	PRODUITS DE DECOMPOSITION THERMIQUE
				dangereux pour l'environnement	H351, H373, H411			
Fuel lourd	1 citerne	Combustible	Liquide	Inflammable, dangereux pour la santé, très dangereux pour la santé, dangereux pour l'environnement	H226, H304, H315, H332, H351, H373, H411	Inflammable	Epanchage Incendie	Aucun connu
Acetylene	Bouteille de 30 litres	Combustible	Gaz	Gaz sous pression, inflammable	H220, H280, H230	Inflammable Explosif	Incendie Explosion	-
Arcal 12	Bouteille de 30 litres	Auxiliaire de soudage	Gaz	Gaz sous pression	H280	Explosif	Explosion	-
Methane	Bouteille de 15 litres	Etalonnage comburimètre	Gaz	Gaz sous pression, inflammable	H220, H280	Inflammable Explosif	Incendie Explosion	-
Oxygene	Bouteille de 30 litres	Comburant	Gaz	Gaz sous pression, comburant	H270, H280	Explosif	Explosion	-
Propane	Bouteille de 30 litres	Combustible	Gaz	Gaz sous pression, inflammable	H220, H280	Inflammable Explosif	Incendie Explosion	-

### 6.1.3 Chaux produite sur site

La chaux produite sur le site présente également des dangers à évaluer :

**Tableau 18 : Caractéristiques et dangers de la chaux**

PRODUIT	QUANTITE	UTILISATION	ETAT PHYSIQUE	TYPE DE DANGERS	MENTIONS DE DANGERS	PROPRIETES	DANGERS POUR L'ENVIRONNEMENT	PRODUITS DE DECOMPOSITION THERMIQUE
Chaux vive	1 000 tonnes	Produit par le site de LHOIST FRANCE OUEST	Solide	Corrosif, dangereux pour la santé	H315, H318, H335	-	Toxique	Aucun connu

### 6.1.4 Synthèse des dangers liés aux produits

Les dangers liés aux produits ont été étudiés sur la base des § 6.1.1 et 6.1.2. Il s'agit principalement des :

- Risque d'incendie et d'explosion (poussières) lié à la biomasse ;
- Risque d'incendie lié aux produits inflammables, limité de par leur volume faible ;
- Risque d'épandage de différents produits dangereux.

### 6.1.5 Dangers liés aux incompatibilités entre produits

Les produits sont qualifiés de réactifs lorsqu'ils ont tendance à réagir facilement avec d'autres produits. Lorsque la réaction entre deux produits est violente et incontrôlée ou susceptible d'avoir des conséquences dangereuses (exothermie, incendie, explosion, dégagement de gaz toxiques), on parle d'incompatibilité entre les produits.

**Sur le site de La Buisse, la seule incompatibilité à relever est celle de la chaux vive avec l'eau. Le contact d'eau et de chaux vive conduit à une réaction exothermique qui, si elle ne s'opère pas dans des conditions maîtrisées, peut produire suffisamment d'énergie pour initier une combustion, dans le cas où des matériaux combustibles sont présents. Cependant, l'ensemble des stockages est réalisé en intérieur. Ainsi, ce risque ne sera pas examiné.**

## 6.2 Dangers liés aux procédés et aux installations

### 6.2.1 Four MAERZ

Les risques liés au four proviennent de l'utilisation de combustibles, solides ou gazeux. Les risques sont ainsi l'incendie ou l'explosion. Une défaillance du système de dosage de combustible ou de l'alimentation en air pourrait entraîner l'accumulation de combustibles dans l'enceinte du four. Toutefois le risque d'explosion est faible du fait que la température est maintenue au-dessus de la température d'inflammation des combustibles (hors période de redémarrage, tous les 4 ans au maximum pour les fours PFRK).

D'autre part, la combustion s'effectue toujours avec un excès d'air. En cas de surchauffe interne ou de détérioration de la couche de protection thermique, il y a un risque de perçage de la tôle du four.

Les fours sont retenus comme potentiels de danger du site.

### 6.2.2 Installations de broyage et machines tournantes

Les dangers associés aux lignes de broyage et machines tournantes concernent globalement l'incendie (frottements, échauffement) et les projections de fragments.

Les installations de broyage et machines tournantes sont retenus comme potentiels de danger du site.

### 6.2.3 Installations électriques

Toutes les installations électriques du site présentent un risque d'incendie.

Le site dispose de 4 transformateurs électriques, implantés dans des locaux dédiés.

Les transformateurs électriques sont retenus comme potentiels de danger du site.

## 6.3 Possibilité de réduction des potentiels de dangers

Les potentiels de danger peuvent être réduits de 3 manières :

- Suppression (de la source du potentiel de danger),
- Substitution (utilisation d'un autre produit ou équipement représentant un risque moindre),
- Diminution (des quantités de produits ou activités).

Les potentiels de dangers sont directement liés aux combustibles utilisés pour le fonctionnement du four, ou à la chaux vive produite par Carrières et Chaux Balthazard & Cotte.

Il n'est pas possible de réduire la quantité de produits stockés, ceux-ci étant essentiels au fonctionnement du site. Les quantités de bois stocké ont été optimisées en prenant en compte les rotations pour l'apport de bois et les besoins pour le fonctionnement du four.

D'autre part, les stockages de chaux vive sont dimensionnés pour assurer une capacité de livraison suffisante de la clientèle. Carrières et Chaux Balthazard & Cotte travaille en flux tendu.

Concernant le gaz naturel, il n'est fait aucun stockage sur site, ce combustible est alimenté directement depuis le réseau GRT gaz.

## 7. Moyens de prévention et de protection

### 7.1 Mesures générales de prévention et de protection

#### 7.1.1 Accès aux installations

En dehors des heures d'ouverture, le site est placé sous télésurveillance interne.

Le site est entièrement clôturé. Les accès faciles à la propriété sont généralement munis d'une clôture.

En cas d'appel aux services de secours, le portail sera laissé ouvert pour permettre l'accès au site.

Une voie carrossable de 3 mètres de large permet l'accessibilité aux engins de secours aux façades de l'ensemble des bâtiments du projet biomasse (cf Annexe 1 – Plan de circulation).

Un plan schématique sera apposé à chaque entrée de bâtiment, conforme aux normes, sous forme de pancarte inaltérable, afin de faciliter l'intervention des sapeurs-pompiers.

#### 7.1.2 Organisation de la sécurité

Le directeur du site est responsable de la sécurité sur tout l'établissement.

Le directeur du site est chargé des relations avec les différentes administrations et notamment avec la DREAL et la Préfecture.

Le chef de maintenance est chargé du suivi des mesures environnementales. Il accompagne les prestataires de services et s'occupe de la réception des rapports. Il déclenche les actions avec le directeur afin de pallier les non-conformités éventuelles.

L'animateur sécurité/environnement se charge du suivi des contrôles réglementaires (électricité, appareils de levage, etc.) et de la mise à jour des documents réglementaires. Il supervise le suivi des différents plans d'actions en la matière et veille sur le terrain à l'application des mesures.

Cette personne bénéficie des aides du groupe LHOIST, notamment en ce qui concerne la veille réglementaire.

Le personnel est formé aux dangers que représentent les installations et les produits utilisés.

#### 7.1.3 Formation du personnel

L'ensemble du personnel reçoit régulièrement des formations en lien avec la sécurité du site et la conduite d'accident :

- Equipier de 1<sup>ère</sup> intervention ;
- SST ;
- Electricité ;
- Analyse des risques ;
- Incendie ;
- Conducteur transport de marchandises dangereuses ;
- Formation nacelle (PEMP) ;
- Conduite préventive.

### 7.1.4 Maintenance des équipements

Le pilotage et une partie de la maintenance des équipements sont assurés par le personnel en poste. Lors des opérations de réparation ou lors de la réfection des réfractaires du four (1 fois tous les 5 ans en moyenne pour les fours PFRK), il est fait appel à des entreprises extérieures spécialisées.

Lors de ces périodes, le personnel de Carrières et Chaux Balthazard & Cotte encadre les opérations qui ne peuvent se faire sans présence de l'entreprise. Les permis de travail, permis de feu sont dressés autant que de besoin.

### 7.1.5 Permis en cas de travaux

Les travaux sont des situations présentant des risques particuliers, notamment lorsqu'ils s'opèrent à proximité d'unités maintenues en marche. Lorsque les unités sont arrêtées, les potentiels de dangers sont essentiellement ceux liés aux conditions de redémarrage, une fois la réalisation des travaux achevée (voir paragraphe ci-après).

L'occurrence de travaux sur site, nécessitant parfois l'intervention de gros engins, grue, palan, nacelle, est systématiquement encadrée par un plan de prévention accompagné, si besoin, d'un permis spécifique de feu, de fouille, etc. Selon leur nature, ces travaux peuvent être conduits par du personnel ou sous-traités à des sociétés spécialisées, dont le choix est encadré par des exigences de sécurité. Dans le cas d'intervention d'une société extérieure, les travaux sont surveillés en permanence par Carrières et Chaux Balthazard & Cotte.

## 7.2 Mesures spécifiques au risque incendie

### 7.2.1 Détection incendie

L'alerte pourra être donnée par le personnel ou par la détection incendie.

Les locaux électriques sont en effet équipés de détection incendie (détecteurs optiques de fumée et thermiques asservis à des déclencheurs manuels et à un système de télésurveillance).

### 7.2.2 Extincteurs

Il existe 75 extincteurs sur le site, répartis conformément aux règles APSAD R4, dont la liste est disponible en **annexe 2**, et permettant de couvrir les différents types d'incendies pouvant survenir : extincteurs à eau, à CO<sub>2</sub>, eau pulvérisée.

La maintenance des extincteurs est assurée par une société agréée et leur vérification est annuelle.

### 7.2.1 Poteaux incendie et bêche incendie

Le site de la Buisse comporte un poteau incendie qui est alimenté par un réseau dédié sur le site.

Les caractéristiques de ce réseau sont vérifiées périodiquement. Le poteau incendie présente les caractéristiques suivantes :

**Tableau 19 : Caractéristiques du poteau incendie du site**

Localisation	Débit max (m <sup>3</sup> /h)	Débit sous 1 bar (m <sup>3</sup> /h)
Entrée usine	40	36

Le site dispose également d'une bêche incendie de 120 m<sup>3</sup>.

Figure 25 : Borne et bache incendie



### 7.3 Mesures spécifiques au risque de pollution

Le bassin de décantation du site peut être isolé via des vannes de sectionnement permettant ainsi le confinement des eaux d'incendie. Le bassin actuel présente un volume de 556 m<sup>3</sup>.

Dans le cadre du projet LHOIST va augmenter la capacité du bassin pour atteindre un volume de 950 m<sup>3</sup>.

Les instructions d'isolement du bassin sont données en **Annexe 3**.

**Figure 26 : Bassin de récupération des eaux incendie**



#### 7.4 Mesures spécifiques au risque foudre

Le site a fait l'objet d'une étude et d'une analyse du risque foudre par 1G Foudre en juin 2023, disponibles en **Annexe 4**.

Les préconisations de l'analyse du risque foudre sur le site de La Buisse pour obtenir une valeur du risque de perte de vie humaine R1 inférieure à 10<sup>-5</sup> (limite supérieure du risque tolérable fixée par la norme NF EN 62305-2) sont les suivants.

**Tableau 20 : Préconisation de l'analyse du risque foudre**

Structures	Protection effets directs	Protection effets indirects
Production chaux	<p><b><u>Dispositif de capture</u></b></p> <p>Mise en place d'un PDA testable ;            Avance à l'amorçage (<math>\Delta t</math>) : 60 <math>\mu s</math> ;            Hauteur installation : 5 m ;            Niveau de protection : I (non ICPE) ;            Rayon de protection : 79 m.</p> <p><b><u>Circuits de descente</u></b></p> <p>Utilisation de la structure métallique comme conducteur de descente naturel ;            Mise en place d'un compteur de coups de foudre / joint de contrôle / gaine de protection / pancarte d'avertissement ;</p>	<p><b><u>Parafoudres type 1+2</u></b></p> <p>TGBT Production.</p> <p><b><u>Parafoudres type 2</u></b></p> <p>Détection gaz.</p> <p><b><u>Canalisations entrantes</u></b></p> <p>Gaz ;            Cuves ;            Fours.</p>

Structures	Protection effets directs	Protection effets indirects
	Respect des distances de séparation. <u>Prises de terre</u> Création de 2 prises de terre type A ; Mise en place de regards de visite au pieds des descentes ; Interconnexion des PDT au réseau de terre des masses du site.	
Hangar/atelier	<u>Dispositif de capture</u> Mise en place d' un PDA testable ; Avance à l'amorçage ( $\Delta t$ ) : 60 $\mu s$ ; Hauteur installation : 5 m ; Niveau de protection : IV (non ICPE) ; Rayon de protection : 107 m. <u>Circuits de descente</u> Création de 2 circuits de descente ; Mise en place d' un compteur de coups de foudre / joint de contrôle / gaine de protection / pancarte d' avertissement ; Respect des distances de séparation. <u>Prises de terre</u> Création de 2 prises de terre type A ; Mise en place de regards de visite au pieds des descentes ; Interconnexion des PDT au réseau de terre des masses du site.	<u>Parafoudres type 1+2</u> TD Atelier. <u>Canalisations entrantes</u> Gaz.
Hangar big-bags	Aucune protection nécessaire.	<u>Parafoudres type 1+2</u> TD Hangar.
Poste de livraison	Aucune protection nécessaire.	<u>Parafoudres type 1+2</u> TGBT.

Ces travaux de mises en conformité seront réalisés avant la fin 2023.

Le projet d'injection de biomasse et de Bois B dans le four va induire la mise en place sur site de nouvelles installations.

L'Analyse du Risque Foudre et l'Etude Technique de protection seront remis à jour avec la prise en compte du projet, et ce, avant le démarrage des installations.

## 7.5 Mesures spécifiques liés aux équipements

### 7.5.1 Réseau gaz naturel

Les mesures suivantes ont été mises en place :

- Les tuyauteries aériennes suivent un tracé, soit en hauteur, soit dans des endroits inaccessibles par des chariots. Les lignes accessibles sont protégées des chocs. Leur cheminement n'engendre pas d'exposition à des contraintes spécifiques, dues à la température par exemple ou à un milieu ambiant corrosif ;
- La partie enterrée de la ligne de gaz est protégée de la corrosion par protection cathodique ;
- Le poste de livraison et de détente est la propriété de GRT gaz. Les équipements, notamment ceux de sécurité (soupapes, sécurité de pression haute sur ligne principale et sécurité de pression basse en sortie) font l'objet d'une maintenance préventive et de contrôles annuels ;
- Le poste est équipé d'une ligne principale et d'une ligne de secours, qui se met automatiquement en service en cas de déclenchement du clapet de sécurité de la ligne principale, pouvant être provoqué par une défaillance du détendeur, détecté par un dépassement de la consigne de pression aval. Les informations de défaillance sont retransmises automatiquement au centre de surveillance régional de Saint-Herblain, qui alerte dans ce cas l'exploitant (zone d'exploitation d'Argenton) ;
- Tous les travaux réalisés à proximité de la ligne de gaz font l'objet d'un plan de prévention et le cas échéant d'un permis feu. Lorsque cela est possible, l'alimentation en gaz est interrompue pendant toute la durée de ces opérations dangereuses. En cas de sous-traitance, les travaux sont systématiquement surveillés par du personnel GRT gaz ;
- Vanne de sécurité automatiques, à la sortie du poste de livraison et de détente, à sécurité positive, fermée sur atteinte d'un seuil de pression haute (pression mesurée en sortie du poste de livraison) ;
- Le site a effectué une étude ATEX et utilise du matériel approprié aux risques identifiés, notamment dans les zones où des atmosphères explosibles dues au gaz peuvent se former ;
- La présence de sources d'inflammation accidentelles est limitée, notamment par l'interdiction de fumer, et la mise en œuvre des consignes générales pour prévenir ces risques ;
- Une inspection visuelle annuelle de l'ensemble du réseau gaz (ligne, supports et équipements) est réalisée. Cette action préventive fait l'objet d'une formalisation et d'une traçabilité.

### 7.5.2 Four MAERZ

En matière de **prévention des risques**, les paramètres de fonctionnement sont suivis en continu et des seuils de sécurité déclenchent des actions adaptées (*présentation non exhaustive compte tenu de l'absence d'accident majeur associé*) :

- **Température** : des mesures par des dispositifs de technologie différentes sont réalisées en continu, au niveau des parois, dans les fumées, en tête de cuve, à l'entrée du filtre du dépoussiéreur, en sortie du four, au niveau du carneau, et commandent la coupure de l'alimentation en combustible dès l'atteinte des seuils haut ou bas fixés, et la mise en sécurité du four. Ces sondes, soit un pyromètre optique soit des thermocouples, sont testées avant chaque démarrage, comme tous les capteurs.
- **Pression / débit** : les pressions d'air de combustion, d'arrivée du gaz en entrée, ainsi que la pression du carneau sont mesurées et l'atteinte de valeurs seuils de sécurité commande l'arrêt du combustible. De même, les débits en air de combustion, en air de refroidissement (en sortie du four) et interne au four sont des paramètres suivis, susceptibles de déclencher une mise en sécurité sur seuils minimal ou maximal.
- **Flamme** : le brûleur auxiliaire utilisé dans les phases de démarrage des fours est muni des dispositifs de sécurité correspondant à l'état de l'art (balayage avant allumage, contrôles des pressions en air et en combustible, etc.), dont une détection flamme asservie à l'alimentation en combustible, testée

avant chaque démarrage. En outre, la présence de flamme est surveillée par un opérateur dans le cadre de la procédure de démarrage spécifique.

Le **niveau des pierres** introduites est également suivi par palpeur mécanique, dont le déclenchement met le four en sécurité.

Par ailleurs, la **principale mesure organisationnelle est le suivi de la procédure de redémarrage**, incluant de nombreuses tâches de contrôle pour la sécurité, dont celui de la température.

La principale **mesure de limitation des conséquences** (en aval des événements accidentels potentiels relevés en analyse de risques) est l'évent d'explosion, présent sur chaque cuve. Dimensionné et installé en protection des cuves dès leur construction, il assure, selon un mode de protection passive, la dissipation d'une partie de l'énergie produite en cas d'explosion interne.

### 7.5.3 Transfert et traitement de la chaux vive

Pour prévenir le risque de départ de feu, les installations ont été conçues en veillant à :

- Réduire tant que faire se peut les possibilités de mise en contact accidentelle de chaux vive avec de l'eau ;
- Éviter l'utilisation ou la présence de matériaux combustibles à proximité : les bandes de transport sont résistantes à la chaleur et sans aucun matériau combustible susceptible d'être mise en contact avec de la chaux, les équipements sont en métal (sauf le blindage du broyeur) ;
- Mesurer la température et contrôler son maintien dans une plage de régulation maîtrisée (entre 100 et 110°C), commandant l'arrêt de l'unité en cas de dérive au-delà des seuils fixés : la température est mesurée le long de l'hydratation (3 capteurs), en sortie des sélecteurs et en entrée et sortie du broyeur. Les sondes de l'hydratateur sont changées deux fois par mois. L'adduction d'eau est régulée sur la température par débitmètre en commande d'une pompe à vitesse variable.

## 7.6 Estimation des besoins en eau pour la défense incendie extérieure et du volume d'eau d'extinction à confiner

### 7.6.1 Estimation des besoins en eau

Les besoins en eau nécessaires pour assurer la protection du site ont été calculés selon la méthodologie développée par le centre national de prévention et de protection (CNPP) et de la Fédération française de l'assurance (FFA) dans le « Document technique D9 » de juin 2020 intitulé « guide pratique d'appui au dimensionnement des besoins en eau pour la défense extérieure contre l'incendie ».

#### 7.6.1.1 Hypothèses

##### ► Catégories de risque

L'annexe 1 du guide D9 définit les catégories de risques industriels en fonction des activités.

La fabrication de chaux est visée par le fascicule H.

**Tableau 21 : Catégories de risques prises en compte pour le calcul D9**

Catégories de risques définies par le guide D9			Valeur retenue et justification
	Activité	Stockage	
FASCICULE H – Chaux. Ciment. Céramique. Verrerie  01 - Fabrication de la chaux, du plâtre, du ciment, moulins à chaux, plâtre, calcaires, phosphates ou scories	Catégorie de risque = RF	Catégorie de risque = RF ou 1 ou 2 <sup>(1)</sup>	Catégorie de risque retenu pour le stockage de biomasse : 2

Source : Guide pratique d'appui au dimensionnement des besoins en eau pour la défense extérieure contre l'incendie – Annexe 1 – Juin 2020

RF = Risque Faible

(1) Catégorie de risque 2 pour les matières combustibles solides entrantes.

### ► Surface de référence

Le besoin en eau à retenir est le besoin majorant défini pour une surface non-recoupée par des murs coupe-feu ou un espace de plus de 10 m.

Sur le site, la cellule réception et stockage de biomasse objet du projet est la plus grande surface non recoupée présentant le risque incendie le plus élevé.

Concernant ce bâtiment, les caractéristiques sont les suivantes :

- Stockage de matières combustibles (biomasse) ;
- Stabilité au feu : structure acier – inférieure à 30 minutes ;
- Intervention interne : télésurveillance du site ;
- Surface : 52,3 x 6,3 m, soit environ 329,5 m<sup>2</sup>.

## 7.6.1.2 Résultats

DESCRIPTION SOMMAIRE DU RISQUE				
Désignation des bâtiments, locaux ou zones constituant la surface de référence	Stockage de la biomasse / bois B et hangar de stockage des big-bags de chaux			
Critère	Coefficients additionnels	Coefficients retenus pour le calcul		Commentaires
		Activité	Stockage	
<b>Hauteur de stockage (1) (2) (3)</b>				
Jusqu'à 3 m	0			
Jusqu'à 8 m	+ 0,1		0.1	Hauteur de stockage : 4 m
Jusqu'à 12 m	+ 0,2			
Jusqu'à 30 m	+ 0,5			
Jusqu'à 40 m	+ 0,7			
Au-delà de 40 m	+ 0,8			
<b>Type de construction (4)</b>				
Ossature stable au feu ≥ R60	- 0.1			
Ossature stable au feu ≥ R30	0			
Ossature stable au feu < R30	+ 0,1		0.1	
<b>Matériaux aggravants</b>				
Présence d'au moins un matériau aggravant (5)	+ 0,1		0	
<b>Types d'interventions internes</b>				
Accueil 24h/24 (présence permanente à l'entrée)	- 0,1			
DAI généralisée reportée 24h/24 7j/7 en télésurveillance ou au poste de secours 24h/24 lorsqu'il existe, avec des consignes d'appels (6)	- 0,1			
Service de sécurité incendie 24h/24 avec moyens appropriés équipe de seconde intervention, en mesure d'intervenir 24h/24 (7)	- 0,3			
<b>Σ coefficients</b>		0	0.2	
<b>1 + Σ coefficients</b>		1	1.2	
<b>Surface de référence (S en m<sup>2</sup>)</b>			329.5	
<b>Qi<sup>3</sup> = 30 x S/500 x (1 + Σ Coef) (8)</b>		0	24	
<b>Catégorie de risque (9)</b>				
Risque faible : Qrf = Qi x 0,5 Risque 1 : Q1 = Qi x 1 Risque 2 : Q2 = Qi x 1,5 Risque 3 : Q3 = Qi x 2			2	Fascicule H01 - RF ou 1 ou 2
<b>Qrf/Q1/Q2/Q3 (en m<sup>3</sup>/h) - Débit intermédiaire</b>		FAUX	36	
<b>Risque protégé par une installation d'extinction automatique à eau (10) :</b> QRF, Q1, Q2 ou Q3 ÷ 2				
<b>(OUI/ NON)</b>		oui	Non	
<b>Débit intermédiaire (en m<sup>3</sup>/h) - Prise en compte du sprinklage</b>		0	36	
<b>Débit réel requis (11) (Q en m<sup>3</sup>/h)</b>			36	
<b>Si risque non sprinklé &gt; Débit requis minimum (12) (13) (14) (Q en m<sup>3</sup>/h)</b>			60	
<b>Si risque sprinklé &gt; Débit requis minimum (Q en m<sup>3</sup>/h)</b>			60	

L'application du document technique D9 conclut à un besoin en eau d'extinction incendie de 60 m<sup>3</sup>/h, soit sur 2 h, un volume de 120 m<sup>3</sup>.

### 7.6.1.3 Conclusions

Le besoin en eau maximum a été défini à 60 m<sup>3</sup>/h sur 2 heures, soit 120 m<sup>3</sup>. En cas d'incendie, les moyens en eaux disponibles seraient assurés par le poteau incendie à l'entrée du site et par la bache incendie.

Ainsi le site dispose des moyens nécessaires à l'extinction d'un incendie sur son site.

## 7.6.2 Détermination des besoins de confinement

Les effluents liquides pollués à la suite d'un incendie doivent être collectés de manière à limiter les risques de pollution. L'estimation du volume de rétention minimum des eaux polluées est réalisée sur la base du document technique D9A. Les éléments suivants sont à prendre en compte dans le calcul des volumes de rétention :

- Volumes d'eau nécessaires pour les services extérieurs de lutte contre l'incendie (besoins en eaux d'extinction) ;
- Volumes d'eau nécessaires aux moyens de lutte intérieure contre l'incendie ;
- Volume d'eau lié aux intempéries ;
- Volumes des liquides inflammables et non inflammables présents dans la cellule la plus défavorable.

### ► Besoin en eaux d'extinction incendie

Le besoin en eau a été défini à 60 m<sup>3</sup>/h sur 2 heures, soit 120 m<sup>3</sup>.

### ► Moyens de lutte intérieure contre l'incendie

Le volume d'eau pour les moyens de lutte intérieure contre l'incendie correspond à la quantité d'eau utilisée par les moyens d'intervention immédiats. Au sein du site, aucun moyen de lutte intérieure n'est à considérer.

### ► Volume lié aux produits liquides stockés

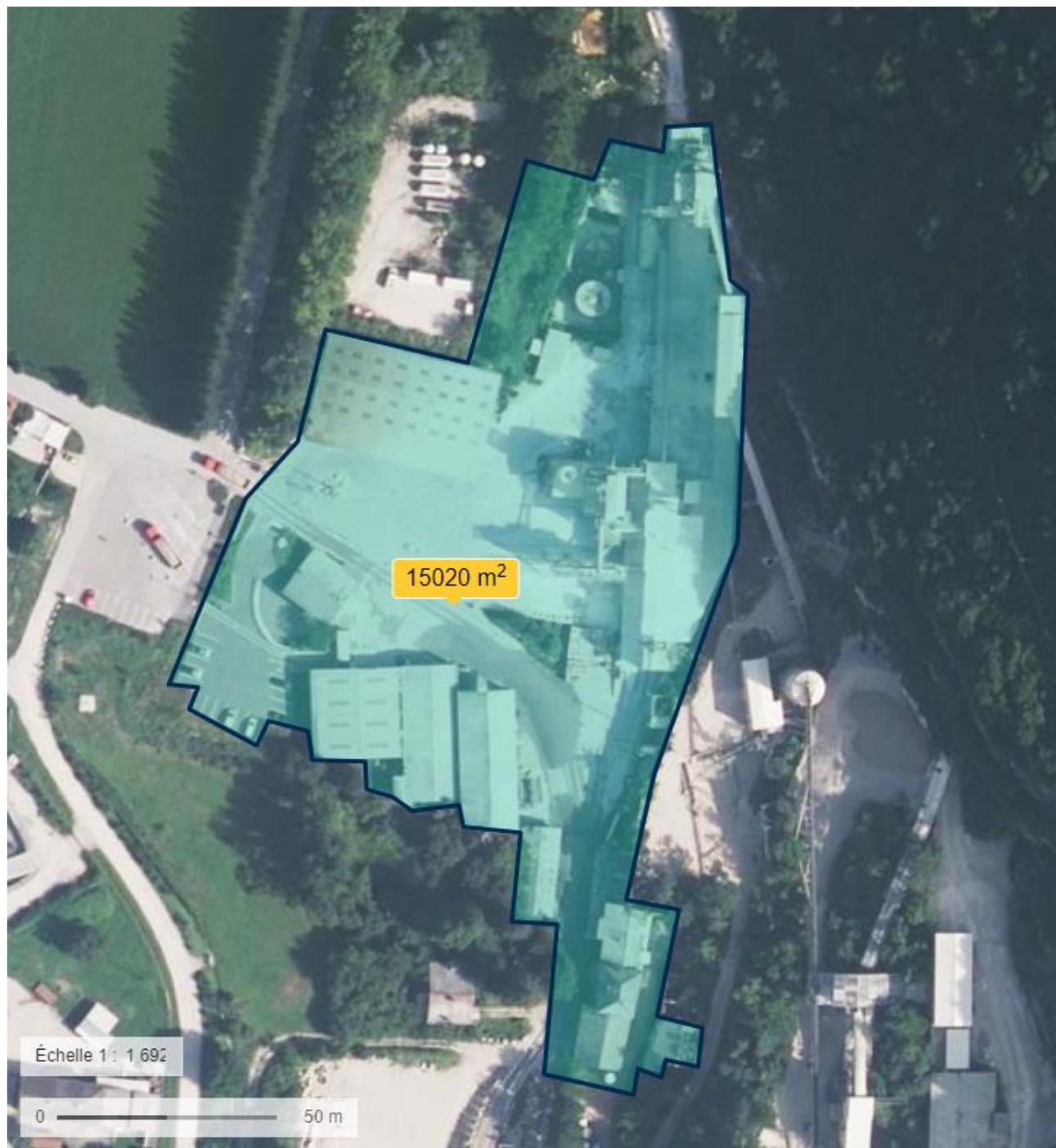
Aucun produit dangereux liquide n'est stocké au niveau du bâtiment de stockage biomasse.

### ► Volume d'eau lié aux intempéries

Ce volume est défini de façon forfaitaire : 10 mm (10 l/m<sup>2</sup>) d'eau par m<sup>2</sup> de surface imperméabilisée (bâtiment, voirie, parking...) susceptible de drainer les eaux de pluies vers la rétention, sans application de coefficient de ruissellement.

On considèrera ici par défaut et dans une démarche majorante l'ensemble des surfaces imperméabilisées du terrain, soit 15 020 m<sup>2</sup>.

Figure 27 : Estimation volume d'eau lié aux intempéries



► **Volume total d'eaux à confiner en cas d'incendie**

Le tableau suivant présente une synthèse du volume d'eau à confiner, selon le document D9A.

**Tableau 22 : Volume total d'eau à confiner selon la D9A**

<b>Besoins pour la lutte extérieure</b>		Résultat document D9 : (Besoins x 2 heures)	120
		+	
<b>Moyens de lutte intérieure contre l'incendie</b>	Sprinkleurs	Volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maximale de fonctionnement	0
		+	
	Rideau d'eau	Besoins x 90 min	0
		+	
	RIA	A négliger	0
		+	
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage (en général : 15-25 mn)	0
		+	
	Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis	0
		+	
	Colonne humide	Débit x temps de fonctionnement requis	0
		+	
<b>Volumes d'eau liés aux intempéries</b>		10 l/m <sup>2</sup> de surface de drainage	150.2
<b>Présence de stock de liquides</b>		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	0
<b>Volume total de rétention</b>			<b>270 m<sup>3</sup></b>

Le volume total de liquide à mettre en rétention pour l'ensemble du site est de 270 m<sup>3</sup>.

### ► Conclusion

L'ensemble des eaux potentiellement polluées du site seront dirigées vers le bassin de rétention des eaux (eaux pluviales et eaux d'extinction incendie), dont le volume sera de 950 m<sup>3</sup> (modification du bassin existant pour augmenter le volume de 556 m<sup>3</sup> à 950 m<sup>3</sup>).

Ainsi le volume total de liquide à confiner pour le site de la Buisse (270 m<sup>3</sup>) pourra être contenu dans le bassin de rétention du site (950 m<sup>3</sup> disponible).

## 8. Analyse des risques

### 8.1 Méthodologie

La méthodologie d'analyse des risques est la suivante :

1. Dans un premier temps, une analyse qualitative (Analyse Préliminaire des Risques) :

- Identification des phénomènes dangereux physiquement vraisemblables et ceux physiquement non vraisemblables - ces derniers ne seront pas étudiés plus avant ;
- Caractérisation des phénomènes vraisemblables par intensité :

A ce stade, aucune modélisation n'ayant encore été réalisée, cette analyse sera basée sur une approche conservative prenant notamment en compte :

- L'importance des potentiels de dangers ;
- La localisation de l'installation source par rapport aux autres installations à risques et aux limites de propriété ;
- Les mesures de prévention et de protection du site.

Les phénomènes dont les effets ne sont pas susceptibles de sortir des limites du site et ne donnent pas lieu à effets dominos ne seront pas étudiés plus avant.

2. Pour les phénomènes retenus suite à l'APR :

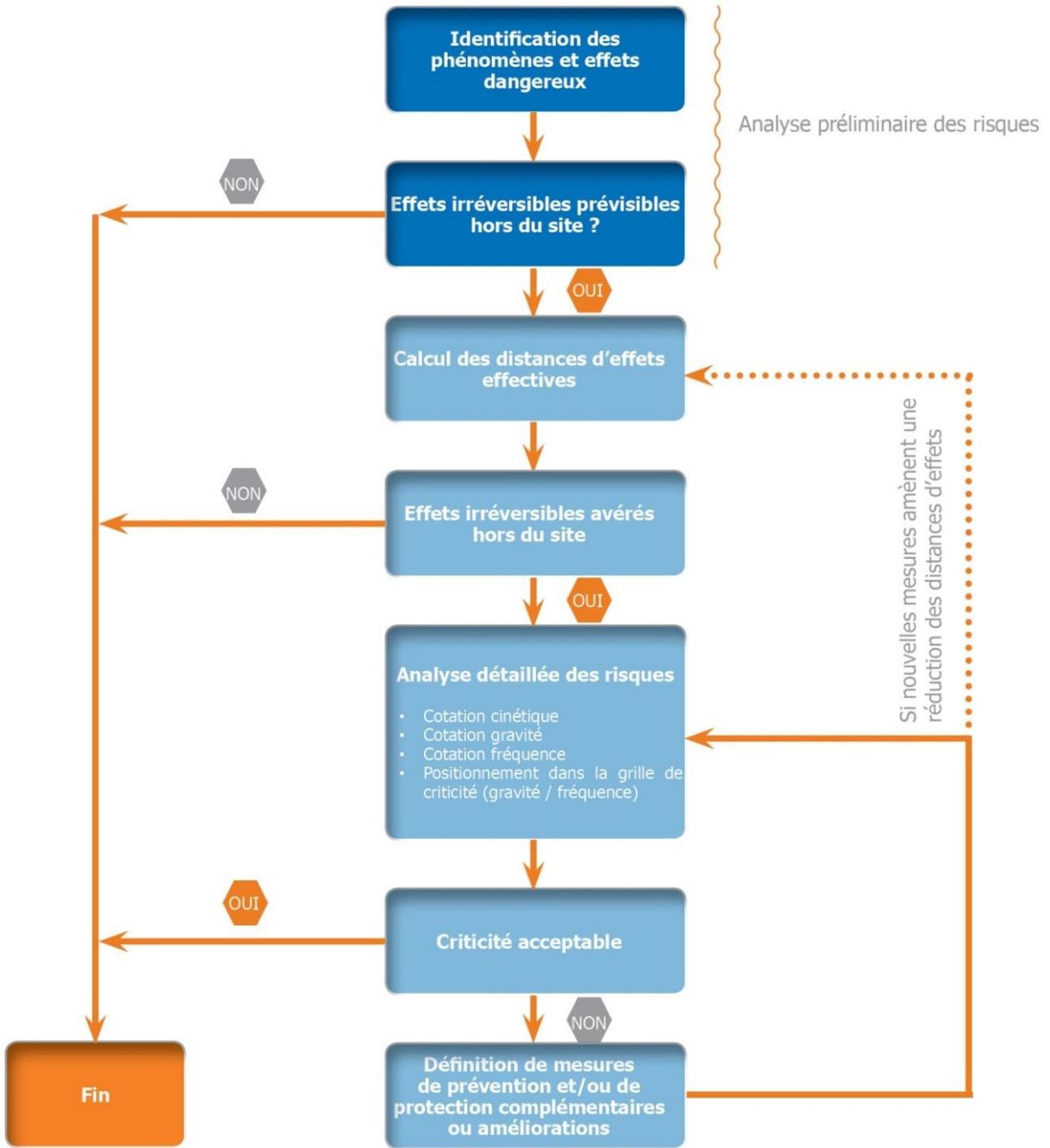
- Evaluation des distances d'effets des phénomènes retenus, afin de déterminer si des effets hors site ou effets dominos sont réellement à redouter.

A noter que les phénomènes de déversement de substances polluantes ne donnent pas lieu à modélisation.

3. En cas d'effets avérés à l'extérieur du site :

- Réalisation d'une analyse détaillée de l'accident, par cotation de :
  - La probabilité d'occurrence, en tenant compte des mesures de prévention du site et de leur niveau de confiance ;
  - La gravité des effets, en fonction des cibles identifiées dans la zone d'effet de l'accident ;
  - La cinétique du phénomène accidentel, influençant la possibilité d'intervention.
- En cas de criticité non acceptable : détermination de mesures de maîtrise des risques complémentaires afin de rendre le risque non significatif.

Le logigramme ci-après résume cette approche.



8.2 Analyse Préliminaire des Risques

Tableau 23 : Tableau d'Analyse Préliminaire des Risques, avec évaluation qualitative des potentiels effets hors site

N° du potentiel de dangers	Installation / produits	Localisation	Evénement redouté central Evénement redouté secondaire	Evénement initiateur	Phénomène dangereux (PhD)	Effets dangereux	Mesure de maîtrise d'occurrence (mesures préventives)	Mesures de maîtrise des effets (mesure de protection)	Accident potentiellement majeur ?	N° du PhD
<b>Produits chimiques</b>										
1	Produits inflammables	Local dédié au Nord du site	Perte de confinement Présence d'une source d'ignition Auto inflammation	Source d'allumage (travaux avec points chauds, foudre, cigarettes...) Incendie à proximité	Epandage	Pollution des eaux et des sols	Faibles quantités de produits	Bac de rétention	NON Déversement confiné au bac de rétention	1
					Incendie	Effets thermiques			NON Faibles quantités de produits	2
2	Chaux	Stockage en silo	ERC : Réaction d'hydratation très exothermique - Echauffement ERS : Risque de départ d'incendie sur les filtres	Entrée d'eau dans le silo de chaux vive	Incendie	Effets thermiques	Silo fermé sur le haut	Moyens d'extinction incendie (extincteurs, réserve incendie)	NON Combustion au niveau du filtre – pas d'effets majeurs	3
		Ensachage	ERC : Réaction d'hydratation très exothermique ERS : Echauffement Risque de départ d'incendie	Contact avec de l'eau lors de l'ensachage de la chaux vive	Incendie	Effets thermiques	Ensachage dans bâtiment fermé --> pas de contact possible avec de l'eau	Moyens d'extinction incendie (extincteurs, réserve incendie)	NON Pas de contact possible entre l'eau et la chaux	4
		Big-bags et sacs	ERC : Réaction d'hydratation très exothermique ERS : Risque de départ d'incendie sur le parc	Contact avec de l'eau lors du stockage de la chaux vive	Incendie	Effets thermiques	Ensachage dans bâtiment fermé --> pas de contact possible avec de l'eau	Moyens d'extinction incendie (extincteurs, réserve incendie)	NON Pas de contact possible entre l'eau et la chaux	5
		Transfert	ERC : Réaction d'hydratation très exothermique ERS : Risque de départ d'incendie de matières combustibles	Mise en contact d'eau avec la chaux vive lors du transfert Travaux à proximité (travaux par point chaud, travaux de découpe...) Impact de la foudre	Incendie	Effets thermiques	Transport sur convoyeur capoté étanche ou à l'intérieur des bâtiments --> pas d'eau Bandes de transport résistant à la chaleur (200°C en pointe) et pas de matériau combustible susceptible d'être en contact avec la chaux Permis feu Respect de la réglementation foudre	Moyens d'extinction incendie (extincteurs, réserve incendie)	NON Pas d'effets majeurs possibles à l'extérieur du site	6
		Filtre	ERC : Réaction d'hydratation très exothermique ERS : Risque de départ d'incendie de matières combustibles	Défaut d'eau lors de l'hydratation : Défaillance débitmètre / régulation ou défaut pompe d'alimentation en eau Impact de la foudre	Incendie	Effets thermiques	- Sécurité de température (seuil haut et bas) le long de l'hydratation (3 capteurs) avec arrêt de l'unité (vidange de l'installation) - Sécurité de température (seuil haut et bas) en sortie des sélecteurs avec arrêt de l'unité (vidange de l'installation) - Sonde de température à l'aspiration en sortie du broyeur avec seuil de 70°C déclenchant l'arrêt de l'alimentation - Ensemble des pièces en métal (sauf manches du filtre et blindage broyeur) Respect de la réglementation foudre	Moyens d'extinction incendie (extincteurs, réserve incendie)	NON Pas d'effets majeurs possibles à l'extérieur du site	7
3	Autres produits dangereux	Local dédié au Nord du site	Déversement accidentel	Rupture de confinement Mauvaise manipulation Débordement Choc	Epandage	Pollution des eaux et des sols	Faibles quantités de produits	Bac de rétention	NON Faibles quantités de produits	8
<b>Matériaux combustibles</b>										

N° du potentiel de dangers	Installation / produits	Localisation	Evénement redouté central Evénement redouté secondaire	Evénement initiateur	Phénomène dangereux (PhD)	Effets dangereux	Mesure de maîtrise d'occurrence (mesures préventives)	Mesures de maîtrise des effets (mesure de protection)	Accident potentiellement majeur ?	N° du PhD
4	Biomasse	Stockage de la biomasse	Inflammation	Présence d'une source d'ignition (cigarettes, travaux par points chauds), frottements Foudre	Incendie	Effets thermiques Pollution des sols ou des eaux (Eaux d'extinction incendie)	Interdiction de fumer, procédure de permis de feu Site clôturé Hangar semi ouvert Bois partiellement humide (15 %) Respect de la réglementation foudre	Moyens d'extinction incendie (extincteurs, réserve incendie) Rétention des eaux d'extinction incendie  Eloignement des limites de propriété	OUI Effets possibles à l'extérieur du site	9
		Broyage du bois	Inflammation	Présence d'une source d'ignition (notamment étincelle due à la présence d'éléments minéraux ou métalliques) Bourrage	Incendie	Effets thermiques Pollution des sols ou des eaux (Eaux d'extinction incendie)	Interdiction de fumer, procédure de permis de feu Maintenance préventive Régulation du débit d'air avec mesure	Moyens d'extinction incendie (extincteurs, réserve incendie) Rétention des eaux d'extinction incendie	NON Pas de stockage tampon	10
		Cyclofiltre	Inflammation de poussières combustibles	Source d'ignition (frottements, électricité statique notamment)	Explosion	Effets de surpression Effets thermiques	Interdiction de fumer, procédure de permis de feu Maintenance préventive	Installations métalliques « légères » présentant une faible résistance à la surpression	OUI Effets possibles à l'extérieur du site	11
5	Palettes bois	Stockages extérieurs	Inflammation	Effet domino (incendie proche, réaction exothermique chaud/eau à proximité), foudre	Incendie	Effets thermiques Pollution des eaux et des sols	Stockage de faibles dimensions, limité aux besoins du site	Moyens d'extinction incendie (extincteurs, réserve incendie) Rétention des eaux d'extinction incendie	OUI Effets possibles à l'extérieur du site	12

N° du potentiel de dangers	Installation / produits	Localisation	Événement redouté central Événement redouté secondaire	Événement initiateur	Phénomène dangereux (PhD)	Effets dangereux	Mesure de maîtrise d'occurrence (mesures préventives)	Mesures de maîtrise des effets (mesure de protection)	Accident potentiellement majeur ?	N° du PhD
<b>Equipements</b>										
6	Four MAERZ	Four MAERZ	Explosion interne du four	Défaut d'introduction d'air de combustion (fuite, rupture d'entraînement de surpresseur) Non allumage de la flamme du brûleur auxiliaire (four froid lors du démarrage) Extinction de la flamme par température basse (arrêt prolongé du four ou passage trop rapide du brûleur auxiliaire aux lances) Température du lit de matière insuffisante pour l'auto-inflammation	Explosion	Effets de surpression, projection de fragments	Mesure du débit d'air en continu et arrêt de l'alimentation en combustible, de la ventilation et la mise en sécurité du four sur débit bas ou haut Sécurités de pression basse d'air de combustion et de pression basse dans le carneau commandant l'arrêt de l'alimentation en combustible, de la ventilation et la mise en sécurité du four Sécurités de vitesse de rotation basse du surpresseur commandant l'arrêt de l'alimentation en combustible, de la ventilation et la mise en sécurité du four Mesure de température (seuil haut/bas) permettant de s'assurer de la bonne combustion (un pyromètre optique et deux thermocouples) et des fumées, qui coupe l'alimentation en combustible et met en sécurité le four Détecteur de flamme sur le brûleur auxiliaire qui coupe l'alimentation du gaz (vanne normalement fermée en cas de perte utilité), testé avant chaque démarrage comme tous les capteurs Surveillance de la flamme par l'opérateur Procédure spécifique de démarrage (tous les 4 ans au maximum) : vérification température, envoi gaz par les lances avec vérification préliminaire de la température au canal	Event d'explosion sur chaque cuve	NON Four éloigné des limites de propriété, pas d'effets majeurs possibles à l'extérieur du site	13
		ERC : Augmentation de la température dans le four ERS : Endommagement du réfractaire et risque de percée du four	Absence ou manque de pierres dans le four Corrosion, érosion, usure d'une lance Chute partielle du réfractaire et création d'un point chaud sur la structure du four Travaux à proximité (travaux par point chaud, travaux de découpe...) Impact de la foudre	Jet enflammé	Effets thermiques	Réfection périodique des réfractaires (tous les 8 ans au maximum) Suivi des températures de carneau, des fumées... et mise en sécurité par température haute (déclenchement de l'arrêt du four : coupure du combustible et de l'air et fermeture du four) Niveau de pierre suivi par palpeur de niveau et mise en sécurité par niveau bas (déclenchement de l'arrêt du four : coupure du combustible et de l'air et fermeture du four) Respect de la réglementation foudre	Moyens d'extinction incendie (extincteurs, réserve incendie)	NON Fours éloignés des limites de propriété, pas d'effets majeurs possibles à l'extérieur du site	14	
		Salle des soufflantes	Explosion	Retour de CO ou de combustible dans la salle des soufflantes par l'air de combustion (en cas de mauvaise combustion et débit inverse d'air)	Explosion interne	Effets de surpression	Clapet anti-retour sur la ligne d'air Sécurités de vitesse de rotation basse du surpresseur commandant l'arrêt de l'alimentation en combustible, de la ventilation et la mise en sécurité du four Sécurités de pression basse d'air de combustion et de pression basse dans le carneau commandant l'arrêt de l'alimentation en combustible, de la ventilation et la mise en sécurité du four Mesure de température (seuil haut/bas) permettant de s'assurer de la bonne combustion, qui coupe l'alimentation en combustible et met en sécurité le four Détection de CO dans la salle des soufflantes avec sécurité qui coupe l'alimentation en combustible gaz	Salle des soufflantes éloignée des limites de propriété, pas d'effets majeurs possibles à l'extérieur du site	15	
		Tapis en sortie de four	Départ d'incendie sur le tapis en sortie de four	Défaut du refroidissement - température de la chaux en sortie du four trop élevée Phase de changement des lances du four avec vidange partielle d'une cuve - chaux défournée avec une température trop élevée	Incendie	Effets thermiques	Sécurité de température en sortie du four avec arrêt défournement Contrôle du débit d'air de refroidissement et mise en sécurité Bandes transporteuses résistantes à la chaleur (200°C en pointe)	NON Fours éloignés des limites de propriété, pas d'effets majeurs possibles à l'extérieur du site	16	

N° du potentiel de dangers	Installation / produits	Localisation	Événement redouté central Événement redouté secondaire	Événement initiateur	Phénomène dangereux (PhD)	Effets dangereux	Mesure de maîtrise d'occurrence (mesures préventives)	Mesures de maîtrise des effets (mesure de protection)	Accident potentiellement majeur ?	N° du PhD
		Dépoussiéreur (filtre)	Risque d'incendie du dépoussiéreur (filtre)	Défaut de régulation de la température dans le four - par exemple par défournement trop rapide - Fumées trop chaudes	<b>Incendie</b>	<b>Effets thermiques</b>	Sonde de température en tête de cuve et à l'entrée du filtre et mise en sécurité (bypass des fumées à l'atmosphère sans passer par le dépoussiéreur). Sécurité indépendante de température haute (à l'entrée du filtre) de l'automate actionnant l'arrêt d'urgence (arrêt du four et mise en sécurité)		<b>NON</b> Dépoussiéreur éloigné des limites de propriété, pas d'effets majeurs possibles à l'extérieur du site	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Canalisation de gaz</b>	Canalisation de gaz principale	ERC : Perte de confinement ERS : Inflammation du gaz	Corrosion, choc Point chaud, électricité statique, contact avec appareillage électrique...	<b>UVCE ou feu torche</b>	<b>Effets de surpression</b> <b>Effets thermiques</b>	Matériel agréé gaz, inspecté par GRT gaz, contrôle annuel du poste de détente Détendeurs équipés de clapets de sécurité incorporés tarés à 6,8 et 7,5 barg sur chaque branche du poste de détente et clapet de sécurité déporté taré à 6,8 barg Protection cathodique.  Mesures vis-à-vis des sources d'ignition : zonage ATEX, interdiction de fumer, plan de prévention, permis travaux/feu, détection régulière des points d'échauffement électrique par caméra thermique		<b>OUI</b> Effets possibles à l'extérieur du site	<b>18</b>

## 8.1 Evaluation de l'intensité des scénarii retenus

L'analyse préliminaire des risques a permis d'identifier 18 scénarii d'accidents sur site en lien avec le site et ses activités.

Est considéré comme scénario d'accident majeur l'évènement tel qu'une émission, un incendie ou une explosion d'importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation, entraînant pour les intérêts visés à l'article L511-1 du Code de l'Environnement, des conséquences graves, immédiates ou différées, et faisant intervenir une ou plusieurs substances ou préparations dangereuses.

L'étude des risques indique que 4 phénomènes dangereux potentiellement majeurs ont été identifiés sur le site :

- Phénomène dangereux 9 : incendie sur le stockage de biomasse ;
- Phénomène dangereux 11 : explosion du cyclofiltre ;
- Phénomène dangereux 12 : incendie sur un stockage de palettes ;
- Phénomènes dangereux 18 : UVCE ou jet enflammé suite à perte de confinement de la canalisation de gaz.

Les conséquences de ces phénomènes ont donc été modélisées afin de vérifier si des mesures supplémentaires sont nécessaires ou si le risque peut être considéré comme acceptable.

### 8.1.1 Contexte réglementaire – seuils d'effets

Les seuils d'effets sont définis par l'Arrêté Ministériel du 29 septembre 2005 relatif à « l'évaluation et à la prise en compte dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation, de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets, et de la gravité des conséquences des accidents potentiels ».

D'une façon générale, les distances atteintes par les effets des PhD sont associées à 3 niveaux d'intensité correspondant chacun à un seuil d'effets :

- SELS : Seuil d'effets létaux significatifs pour la vie humaine ;
- SEL : Seuil d'effets létaux pour la vie humaine ;
- SEI : Seuil des effets irréversibles pour la vie humaine.

#### ► Seuils des effets thermiques

Les valeurs seuils pour les effets thermiques sont reportées dans le tableau ci-dessous (effets sur l'homme). A titre indicatif, les effets sur les structures sont également présentés.

**Tableau 24 : Valeurs seuils retenues pour l'estimation des effets thermiques**

Pour les effets sur l'homme		Pour les effets sur les structures	
Seuil des effets irréversibles (SEI) correspondants à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine	3 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des destructions significatives des vitres	5 kW/m <sup>2</sup>
Seuil des premiers effets létaux (SEL) correspondants à la zone de dangers graves pour la vie humaine	5 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des effets dominos	8 kW/m <sup>2</sup>
Seuil des effets létaux significatifs (SELS) correspondants à la zone de dangers très graves pour la vie humaine	8 kW/m <sup>2</sup>	Seuil d'exposition prolongée des structures, hors structures béton	16 kW/m <sup>2</sup>
		Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures	20 kW/m <sup>2</sup>
		Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes	200 kW/m <sup>2</sup>

### ► Seuils des effets de surpression

Les valeurs seuils pour les effets de surpression sont reportées dans le tableau ci-dessous (effets sur l'homme). A titre indicatif, les effets sur les structures sont également présentés.

**Tableau 25 : Valeurs seuils retenues pour l'estimation des effets de surpression**

Pour les effets sur l'homme		Pour les effets sur les structures	
Seuil des effets irréversibles (SEI) correspondants à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine	50 mbar	Seuil des destructions significatives des vitres	20 mbar
Seuil des premiers effets létaux (SEL) correspondants à la zone de dangers graves pour la vie humaine	140 mbar	Seuil de dégâts légers sur les structures	50 mbar
Seuil des effets létaux significatifs (SELS) correspondants à la zone de dangers très graves pour la vie humaine	200 mbar	Seuil de dégâts graves sur les structures	140 mbar
		Seuil d'effets dominos	200 mbar
		Seuil de dégâts très graves sur les structures	300 mbar

## 8.1.2 Outils et méthodologies retenus

### 8.1.2.1 UVCE suite à perte de confinement sur canalisation de gaz

#### ► Instant d'allumage et centre de l'explosion

Durant la dispersion du nuage de gaz, à chaque instant, la masse explosible et la position du nuage peuvent évoluer. Les effets générés par l'explosion du nuage dépendent donc de ces deux variables et par conséquent dépendent de l'instant d'allumage « choisi ».

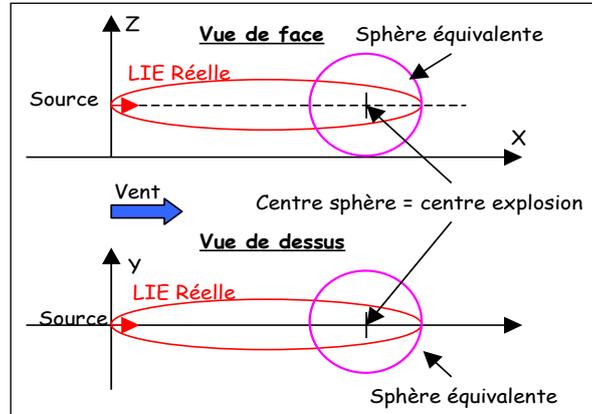
Un allumage en périphérie de nuage explosible générera des effets moindres qu'un allumage au centre du nuage. L'instant d'allumage choisi correspond à celui qui génère les effets les plus importants. Il est donc supposé que le centre d'allumage du nuage correspond au centre du nuage explosible.

Le centre du nuage est estimé de la manière suivante :

- Le volume explosible est assimilé à une sphère de volume équivalent ;
- Cette sphère est tangente à la LIE ;

- Le centre de la sphère est assimilé au centre du nuage explosible.

**Figure 28 : Localisation du centre d'explosion**



#### ► Méthode d'évaluation des surpressions

Plusieurs méthodes d'évaluation peuvent être utilisées. Les plus fréquentes sont :

- La méthode de l'équivalence TNT : la masse de gaz est explosible et assimilée à une masse de TNT équivalente. Généralement : 1 kg gaz pour 5 kg TNT ;
- La méthode multi-énergie : les effets d'explosion sont largement majorés par la méthode TNT.

La méthode retenue dans la présente étude est donc la méthode dite **Multi-Énergie**. Celle-ci a été appliquée à l'aide du logiciel de modélisation EFFECTS.

Dans le cadre de cette étude :

- Un indice de violence 5 a été retenu au vu de l'encombrement modéré des zones concernées ;
- Les distances ont été calculées pour toutes les conditions climatiques. A noter que généralement, pour les rejets toxiques hors cheminée, seules sont retenues :
  - F3 (Classe de stabilité : F avec une vitesse de vent de 3 m/s),
  - D5 (Classe de stabilité : D avec une vitesse de vent de 5 m/s).

#### ► Méthode d'évaluation des effets thermiques

La note technique « UVCE dans un dépôt de liquides inflammables du GTDLI de mai 2007 » indique que l'effet du rayonnement thermique est assez limité, et que l'effet léthal est dimensionné par la distance à limite inférieure d'explosivité (LIE). Autrement dit, toute personne se trouvant sur le parcours des gaz brûlés est susceptible de subir l'effet léthal avec une probabilité élevée, et toute personne se trouvant en dehors du nuage inflammable ne peut pas subir d'effet thermique léthal.

Les seuils d'effets considérés sont :

- Distance au seuil des effets létaux significatifs ( $8 \text{ kW/m}^2$ ) = distance à la LIE ;
- Distance au seuil des effets létaux ( $5 \text{ kW/m}^2$ ) = distance à la LIE ;
- Distance au seuil des effets irréversibles ( $3 \text{ kW/m}^2$ ) =  $1,1 \times$  distance à la LIE.

### 8.1.2.2 Explosion de poussières dans un cyclofiltre

#### ► Description du phénomène

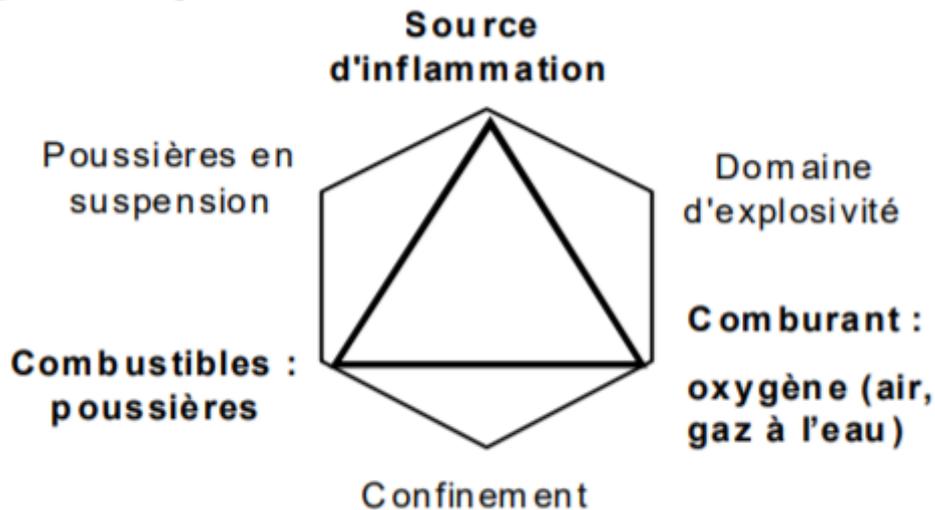
Ce phénomène survient lorsque des poussières en suspension ou des gaz inflammables (issus de la fermentation anaérobie, de l'auto-échauffement) sont enflammés par une source d'inflammation d'énergie suffisante.

Pour qu'une explosion de poussières se produise, il est indispensable de réunir simultanément les conditions d'occurrence suivantes :

- Présence d'un produit combustible : poussières de CSR ou de bois ;
- Présence d'un gaz comburant, comme, par exemple, l'oxygène de l'air ;
- Création d'une source d'inflammation d'énergie suffisante : les sources d'ignition peuvent être d'origines multiples, l'empoussièremement en faisant partie ;
- Formation d'un nuage de gaz combustibles, ou de poussières combustibles en suspension : possibilité de poussières de bois ou de CSR en suspension ;
- Teneur en combustible comprise entre la Concentration Minimale d'Explosion (CME) et la Concentration Supérieure d'Explosibilité (CSE) ;
- Mélange suffisamment confiné : produits stockés en silo fermé.

On parle d'hexagone de l'explosion.

Figure 29 : hexagone de l'explosion



#### ► Méthodes de calcul

Les méthodes reposent :

- Sur l'équation de Brode pour déterminer l'énergie disponible d'explosion ;
- Sur la méthode multi-énergie pour évaluer l'atténuation des effets de pression.

Cette démarche a l'avantage de définir l'énergie « disponible » par rapport aux spécificités du contenant (pression de rupture et volume). S'agissant du choix de l'indice, bien qu'il puisse être majorant, seul l'indice 10 semble adapté puisqu'on a affaire à un phénomène d'éclatement et de propagation d'onde de choc. Les indices inférieurs correspondent à des explosions de gaz à l'air libre en milieu encombré.

### ► Etape 1 : Détermination de l'énergie de l'explosion de poussières

La détermination de l'énergie de l'explosion de poussières s'effectue à partir de l'équation de Brode simplifiée (en Joules) :

$$E = 3 * V * (P_{ex} - P_{atmosphérique})$$

Avec :

- V : volume de l'enceinte considérée en m<sup>3</sup>
- $P_{ex} - P_{atmosphérique}$  = Pression relative de l'explosion en Pa,
- $P_{ex}$  : pression absolue de l'explosion.

Dans une approche dimensionnante, on retiendra comme pression relative  $P_{ex} - P_{atm}$  de l'explosion :

- Dans le cas d'une explosion primaire :
  - Si le volume est correctement éventé :  $P_{ex} - P_{atm} = P_{redmax}$  (la pression d'explosion réduite utilisée pour calculer la surface d'évent).
  - Si le volume est non éventé :  $P_{ex} - P_{atm} = 2 * P_{rupture}$  (où  $P_{rupture}$  est la pression statique de rupture de l'enceinte).
- 5 bars dans le cas d'une explosion secondaire. Cette valeur est prise sur la base du retour d'expérience.

Afin de déterminer  $P_{ex}$ , on fournit dans le tableau suivant des ordres de grandeurs de la résistance des éléments en fonction de leur constitution

**Tableau 26 : Ordre de grandeurs de la résistance des matériaux**

Nature de la paroi	Surpression de ruine (statique) $P_{rupture}$
Tour de manutention en béton	100 à 300 mbar
Tour de manutention en bardage métallique ou en fibrociment	15 à 100 mbar
Tour de manutention en palplanches (tôles résistantes, type profils Omega)	300 à 1000 mbar
Cellules en béton : parois	150 à 1000 mbar
Cellules en béton : toits	100 à 400 mbar
Cellules métalliques : parois	300 à 1000 mbar
Cellules métalliques : toits	100 à 200 mbar
Galeries sur-cellules en béton	100 mbar
Briques	100 à 300 mbar
Tuiles	5 mbar
Verre simple/armé	3 à 25 mbar
Plaque polyester transparente (fixations crochets)	10 mbar
Polycarbonate avec des fixations crochets	10 mbar

Nature de la paroi	Surpression de ruine (statique) $P_{rupture}$
Plaque amiante-ciment (fixations crochets)	10 à 100 mbar

### ► Etape 2 : Détermination des distances des effets de surpression

La détermination des distances des effets de surpression s'effectue en appliquant la méthode multiénergie indice 10, qui peut être majorante dans certains cas. Cette formule, respectant la physique du phénomène, donne les surpressions d'une onde de choc résultant d'un éclatement, en fonction de l'énergie d'explosion définie à l'étape 1. Le tableau suivant donne les formules associées aux effets de surpression :

**Tableau 27 : Distance des effets de surpression suivant la méthode multi-énergie indice 10**

Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression	Distance des effets de surpression suivant la méthode multi-énergie indice 10.
300 mbars	$0,028 E^{1/3}$
200 mbars	$0,032 E^{1/3}$
140 mbars	$0,05 E^{1/3}$
50 mbars	$0,11 E^{1/3}$
20 mbars	$2 \times 0,11 E^{1/3}$

Les éléments donnés ci-avant sur le calcul des effets d'une explosion de poussières ne constituent tout au plus que des ordres de grandeur. Cependant, ils peuvent être suffisants dans bon nombre de cas.

### 8.1.2.3 Méthodologie d'évaluation des flux thermiques de combustibles solides

La méthode FLUMILOG a été développée par CNPP, CTICM et l'INERIS, associés à l'IRSN et Efectis France pour la détermination des flux thermiques associés à un incendie d'entrepôt de matières combustibles.

La méthode développée par FLUMILOG 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 : d'une part lorsqu'elles peuvent limiter la puissance de l'incendie en raison d'un apport d'air réduit au niveau du foyer et d'autre part 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.

La méthode permet également de calculer les flux thermiques associés à l'incendie de plusieurs cellules dans le cas où le feu se propagerait au-delà de la cellule où l'incendie a débuté. En effet, en fonction des caractéristiques des cellules, des produits stockés et des murs séparatifs, il est possible que l'incendie généralisé à une cellule se propage aux cellules voisines. Les différentes étapes de la méthode sont présentées sur le logigramme ci-après :

- Acquisition et initialisation des données d'entrée,
  - Données géométriques de la cellule, nature des produits entreposés, le mode de stockage.
  - Détermination des données d'entrées pour le calcul : débit de pyrolyse en fonction du temps, comportement au feu des toitures et parois...

- 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.

La méthode FLUMILOG est conçue pour la modélisation de feux de marchandises combustibles conditionnées sous forme de palettes ; ceci impose donc de « transformer » le stockage de batteries en un stockage de palettes équivalent modélisable.

La méthode FLUMILOG présente par ailleurs un certain nombre de contraintes de paramétrages qui pour des stockages non « standards » obligent à devoir définir un stockage équivalent, le plus proche possible du stockage réel, modélisable.

Les principales contraintes sont les suivantes :

**Tableau 28 : Contraintes du logiciel Flumilog**

Contraintes de FLUMILOG	Adaptation possible
Un seul type de stockages (rack ou masse) dans la même cellule.	Séparation de la cellule en cellules fictives séparées par un mur de résistance au feu nulle
Il n'est pas possible de prendre en compte des palettes de composition, taille et masse différentes au sein de la même cellule.	Prise en compte de valeurs moyennes ou séparation de la cellule en cellules fictives si zones de stockages bien différenciées
Toutes les largeurs d'allées doivent être identiques	
Pour un stockage en masse, tous les ilots doivent avoir la même taille	
Pour des stockages en extérieur, pas de possibilité de considérer plusieurs zones de stockage contiguës	Modélisation d'un stockage en bâtiment en prenant une résistance au feu nulle de la structure, couverture et parois

#### 8.1.2.4 Méthodologie d'évaluation des flux thermiques de liquides inflammables

Dans le cas de feux de cuvette ou de feu de flaques (pour des stockages de liquides inflammables non intégrés à un entrepôt), les modélisations sont réalisées à l'aide de l'outil de calcul prévu à l'article 1.2.8 de la circulaire du 10/05/2010 et disponible sur le site de l'Ineris (outil initialement annexé à la circulaire abrogée du 31/01/2007).

### 8.1.3 PhD 9 : incendie sur le stockage de biomasse

#### 8.1.3.1 Hypothèses

##### ► Localisation des cibles

Les flux sont calculés pour des cibles localisées à 1,8 m du sol.

##### ► Description du bâtiment

Les caractéristiques du bâtiment de stockage de bois sont décrites dans le tableau ci-après :

**Tableau 29 : Description du bâtiment**

Bâtiment de stockage bois				
Dispositions constructives				
Longueur du bâtiment	52,3 m			
Largeur du bâtiment	6,3 m			
Hauteur du bâtiment au faitage	8,8 m			
Nombre de cellules indépendantes	1			
Structure support	Structure acier			
Nature de la toiture	Bardage simple peau			
Caractéristiques des parois	Paroi Est	Paroi Ouest	Paroi Nord	Paroi Sud
Nombre de portes à quais	1	0	0	1
Matériau	Mur béton sur 4.5m puis bardage métallique simple peau sur 6 m			
R : Résistance structure (min)	120 pour béton puis 15			
E : Etanchéité aux gaz (min)	120 pour béton puis 15			
I : Critère d'isolation de la paroi (min)	120 pour béton puis 15			
Y : Résistance des fixations (min)	120 pour béton puis 15			
Exutoires de fumée	2 % de la surface utile			

##### ► Description du stockage

Le stockage a été défini selon la configuration suivante :

**Tableau 30 : Caractéristiques du stockage**

Bâtiment	
Caractéristiques des stockages - dimensions	
Mode de stockage	Vrac

Bâtiment	
Nombre de niveaux	1
Longueur de stockage (m)	52,3 m
Largeur de stockage (m)	6,3 m
Hauteur de stockage (m)	4 m
Volume total (m <sup>3</sup> )	1 318 m <sup>3</sup>
Caractéristiques du stockage	
Eléments considérés	Biomasse, 15 % d'humidité
Masse totale (kg)	658 980 kg
Masse totale bois (kg)	560 133 kg
Masse totale eau (kg)	98 847 kg
Caractéristiques du stockage – masse d'une palette Flumilog	
Dimensions palettes données par Flumilog (m)	1,2m x 0,8 m x 1,75 m
Calcul poids moyen palette Flumilog (kg)	840 kg
Dont : masse bois (kg)	714 kg
Dont : masse eau (kg)	126 kg

Les paramètres de combustion sont ceux définis par Flumilog pour le bois et l'eau.

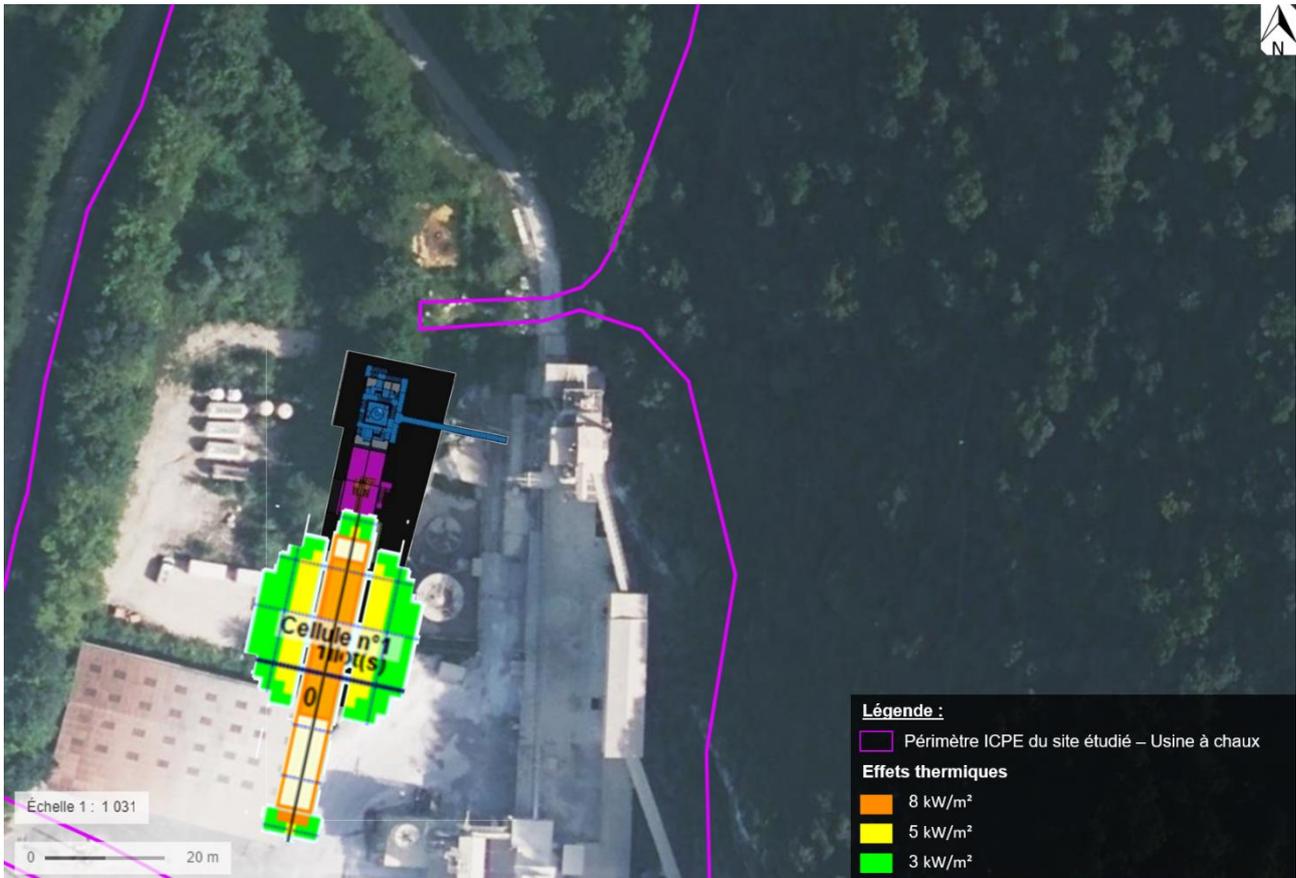
### 8.1.3.2 Résultats

Les distances d'effets thermiques obtenues pour l'incendie du bois en phase de réception sont données dans le tableau et sur la figure ci-après (distances indiquées depuis les bords du bâtiment). Le rapport d'analyses FLUMILOG est présenté en **Annexe 5**.

**Tableau 31 : Résultats – Effets thermiques incendie du stockage de bois (PhD 9)**

	SEI 3 kW/m <sup>2</sup>	SEL 5 kW/m <sup>2</sup>	SELS 8 kW/m <sup>2</sup>
Côté Nord	4 m	2 m	0 m
Côté Est	12 m	6 m	2 m
Côté Sud	5 m	5 m	3 m
Côté Ouest	12 m	6 m	2 m

Figure 30 : Effets thermiques de l'incendie du stockage de bois (PhD 9)



Aucun effet ne sort des limites de propriété. Aucun effet domino interne ou externe n'est attendu.

### 8.1.4 PhD 11 : explosion du cyclofiltre

#### 8.1.4.1 Hypothèses

Les données concernant le cyclofiltre sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 32 : Synthèse des données techniques concernant le cyclofiltre

Zone	Type	Volume	Combustible présent	Taux d'humidité	Diamètre	Hauteur	Présence d'événements	Pression d'ouverture	Matériaux constituant l'équipement
Injection	Cyclofiltre transport pneumatique	4,1 m <sup>3</sup>	Bois	Bois A : 15%	2,4 m	9,1 m	Oui	100 mbar	Corps en acier, manches filtrantes en polyester

#### 8.1.4.2 Résultats

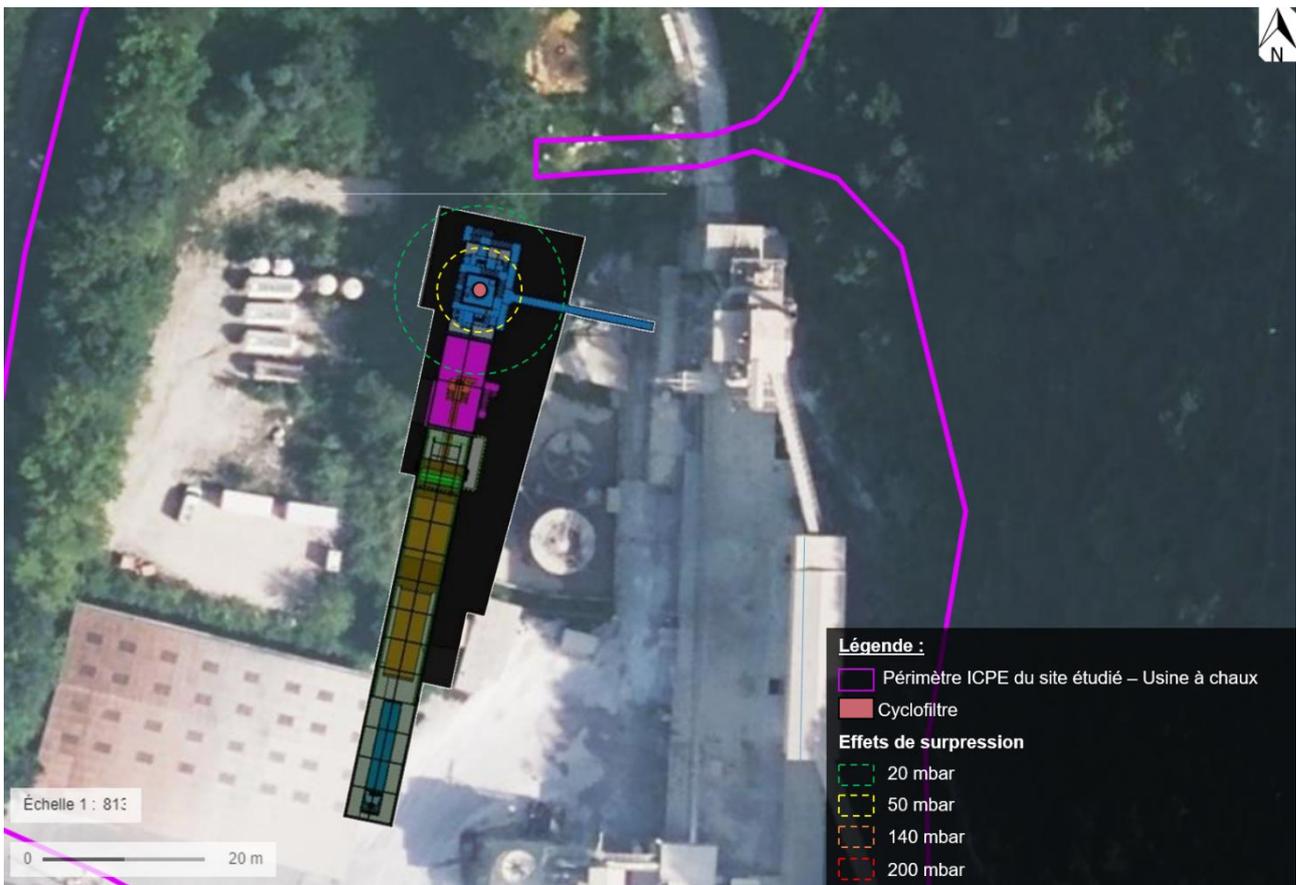
A partir de l'équation de BRODE citée précédemment, les zones de dangers des effets de surpression sont indiquées dans le tableau ci-après à hauteur de sol.

**Tableau 33 : Effets de surpression suite à l'explosion des poussières dans le cyclofiltre (PhD 11)**

Distance	Effets de surpression à partir du centre du cyclofiltre				
	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Distances d'effets au niveau du sol suite à l'explosion des poussières - Injection	Non atteint	Non atteint	Non atteint	5,2 m	10,4 m

*Note : les modélisations précédentes ont été réalisées à l'aide de la méthodologie présentée dans le Guide Silos INERIS. Celle-ci ne tient pas compte des caractéristiques intrinsèques des poussières*

**Figure 31 : Effets de surpression au niveau du sol suite à l'explosion du cyclofiltre (PhD 11)**



Aucun effet ne sort des limites de propriété. Aucun effet domino interne ou externe n'est attendu.

### 8.1.5 PhD 12 : incendie du stockage de palettes

#### 8.1.5.1 Hypothèses

##### ► Localisation des cibles

Les flux sont calculés pour des cibles localisées à 1,8 m du sol.

### ► Dimensions des zones en feu

Le site comprend une zone de stockage de palettes. Le tableau suivant présente ses dimensions.

**Tableau 34 : Caractéristiques du stockage de palettes de palettes**

Stockages de palettes	
Dispositions constructives	
Longueur	12
Largeur	10
Hauteur	Stockage extérieur
Caractéristiques des stockages	
Mode de stockage	Vrac
Nombre de niveaux	1
Longueur de stockage	12
Largeur de stockage	10
Hauteur de stockage	3,5 m
Masse moyenne palette	22 kg
Nombre de palettes maximum	3 000
Masse totale stockage	66 t
<b>Dimensions palettes données par Flumilog</b>	1,2 x 0,8 x 3,5 m
Calcul poids moyen palette flumilog (kg)	528 kg
Dont : palette bois (kg)	528 kg

#### 8.1.5.2 Résultats de modélisations des effets thermiques

Les distances d'effets thermiques obtenues pour l'incendie du stockage de palettes près de l'abri sont données dans le tableau et sur la figure ci-après (distances indiquées depuis les bords du stockage). Le rapport d'analyses FLUMILOG est présenté en **Annexe 5**.

**Tableau 35 : Résultats – Scénario stockage palettes – Effets thermiques (PhD 12)**

	SEI 3 kW/m <sup>2</sup>	SEL 5 kW/m <sup>2</sup>	SELS 8 kW/m <sup>2</sup>
Côté Nord	23 m	17,5 m	13,5 m
Côté Est	19 m	15 m	11 m
Côté Sud	23 m	17,5 m	13,5 m
Côté Ouest	19 m	15 m	11 m

**Figure 32 : Effets thermiques de l'incendie d'un stockage de palettes à l'extérieur – Scénario stockage palettes (PhD 12)**



Aucun effet ne sort des limites de propriété. Aucun effet domino interne ou externe n'est attendu.

## 8.1.6 PhD 18 : UVCE ou jet enflammé suite à perte de confinement de la canalisation de gaz naturel

### 8.1.6.1 Hypothèses

De façon majorante, le scénario de fuite pris en compte est une rupture guillotine, en extérieur.

Les phénomènes dangereux associés sont les suivants :

- Explosion UVCE (explosion en milieu non confiné) ;
- Jet enflammé.

Les données d'entrée de la modélisation sont les suivantes :

**Tableau 36 : Hypothèses – PhD 18 - Perte de confinement de la canalisation de gaz naturel**

Produit	Gaz naturel (assimilé à du méthane)
Phase	Gaz
Diamètre de la fuite	115 mm
Direction de la fuite	Horizontale
Pression considérée lors de la rupture	6 bars
Température maximale de service	15 °C (température ambiante)
Hauteur de la ligne par rapport au sol	1,2 m (cas majorant)
Débit de gaz	300 Nm <sup>3</sup> /h

### 8.1.6.2 Résultats

#### ► Jet enflammé

Les distances d'effets thermiques obtenues pour le jet enflammé sont données dans le tableau ci-après :

**Tableau 37 : Résultats des effets thermiques d'un jet enflammé (PhD 18a)**

Distance	Effets thermiques		
	8 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>
Condition climatique F3	10 m	11 m	12 m
Condition climatique D5	9 m	10 m	11 m

**Figure 33 : Résultats des effets thermiques d'un jet enflammé – condition majorante F3 (PhD 18a)**



Aucun effet ne sort des limites de propriété. En revanche, des effets domino internes sont attendus sur le bâtiment de préparation de la biomasse.

► **Explosion UVCE**

Les distances d'effets de surpression obtenues pour le l'UVCE sont données dans le tableau ci-après :

**Tableau 38 : Résultats des effets de surpression d'un UVCE (PhD 18b)**

Distance	Effets de surpression à partir du centre de la canalisation				
	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Condition climatique F3	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
Condition climatique D5	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint

Les effets de surpression irréversibles ou de bris de glace ne sont pas atteints.

**8.2 Etude des potentialités d'effets dominos**

Les effets dominos ont été étudiés lors de l'estimation des conséquences de la libération des potentiels de dangers associés aux PhD précédemment identifiés. Les effets dominos sont envisagés dans le tableau ci-

après, par ordre de sensibilité décroissante des emplacements « agressés ». Les pistes d'amélioration y sont identifiées le cas échéant.

**Tableau 39 : Tableau des potentialités d'effets dominos**

Installations agressées	Origine et type d'agression	Etat actuel et pistes d'amélioration
<p>Bâtiment de préparation de la biomasse (réception, déferrailage, broyage, injection)</p>	<p>L'agression est un flux thermique de 8 kW/m<sup>2</sup> sur le nouveau bâtiment de préparation de biomasse en cas de jet enflammé sur la canalisation de gaz (PhD 22a). Cette agression pourrait entraîner un incendie de la biomasse stockée.</p> <p>Cependant, il n'y a pas de risque de sur-accident puisque :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mur béton sur 4,5 m de hauteur protégeant le stockage ;</li> <li>- Pas de stockage sur le reste du bâtiment.</li> </ul>	<p><b>Pas d'effet domino attendu</b></p>

## 9. Conclusion

L'étude de dangers a été menée sur l'ensemble des installations du site Carrières et Chaux Balthazard & Cotte de La Buisse (38), que ce soit celles existantes ou celles en cours de mise en place.

L'analyse préliminaire des risques a permis d'identifier 18 scénarii d'accidents sur site en lien avec le site et ses activités. L'étude des risques indique que 4 phénomènes dangereux potentiellement majeurs ont été identifiés sur le site :

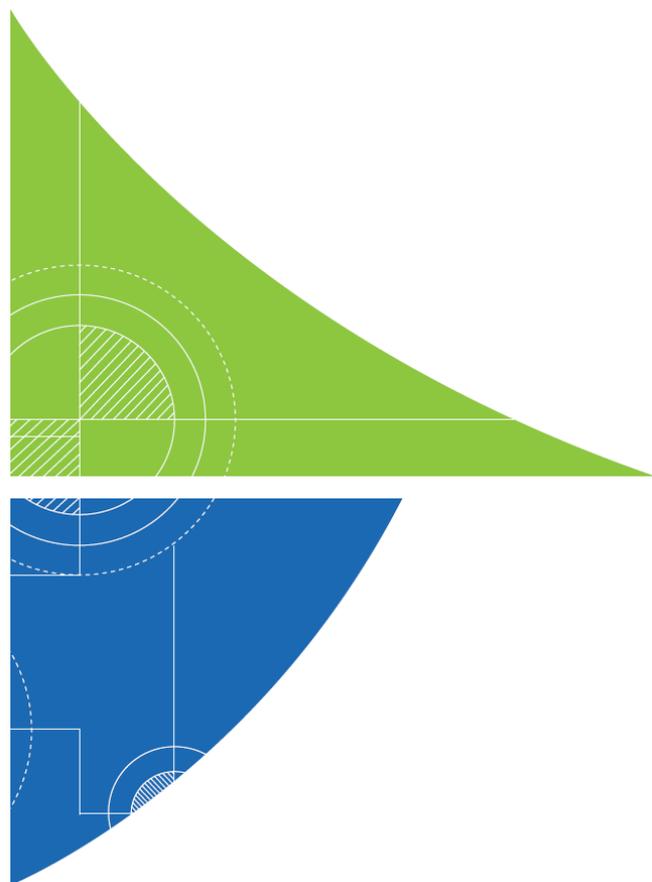
- Phénomène dangereux 9 : incendie sur le stockage de bois ;
- Phénomène dangereux 11 : explosion du cyclofiltre ;
- Phénomène dangereux 12 : incendie sur un stockage de palettes ;
- Phénomènes dangereux 18 : UVCE ou jet enflammé suite à rupture guillotine de la canalisation de gaz.

PhD	Description du phénomène dangereux	Effets hors site ?	Effets domino ?	
			Internes ?	Externes ?
PhD 9	Incendie sur le stockage de bois	Non	Non	Non
PhD 11	Explosion du cyclofiltre	Non	Non	Non
PhD 12	Incendie sur un stockage de palettes	Non	Non	Non
PhD 18	UVCE ou jet enflammé suite à rupture guillotine de la canalisation de gaz	Non	Oui	Non

Aucun scénario ne présente d'effets susceptibles de sortir des limites de propriété.

Ainsi, les risques sont acceptables sur le site Carrières et chaux Balthazard & Cotte de La Buisse (38).

# ANNEXES



## Annexe 1. Plan de circulation

Cette annexe contient 1 page.



## **Annexe 2. Liste des extincteurs**

Cette annexe contient 3 pages.

Nb	EMPLACEMENT	N°	POIDS	TYPE
1	BUREAU	1	2 Kg	CO2
2	BUREAU Rez de chaussée	41	6 L	EPA
3	BUREAU	42	6 L	EPA
4	LABORATOIRE	3	5 Kg	CO2
5	POSTE LIVRAISON	38	5 Kg	CO2
6	HANGAR TRANSFO	67	6 Kg	ABC
7	HANGAR TRANSFO	68	9 L	EPA
8	GARAGE MANITOU	65	9 L	EPA
9	GARAGE MANITOU	29	6 Kg	ABC
10	ATELIER au fond	36	9 Kg	ABC
11	ATELIER 1er étage	16	9 L	EPA
12	ATELIER entrée gauche	17	5 Kg	CO2
13	ATELIER entrée droite	59	9 L	EPA
14	COULOIR REfectoire	58	6 L	EPA
15	HANGAR CHAUDIERE	60	9 Kg	ABC
16	HANGAR CHAUDIERE	29	9 Kg	ABC
17	COULOIR CHAUDIERE	5	6 Kg	ABC
18	CHAUDIERE	6	6 Kg	ABC
19	TRANSPORT PIERRE	51	9 Kg	ABC
20	TRANSPORT PIERRE	70	9 L	EPC
21	SOMMET VIEUX FOUR	57	9 Kg	ABC
22	FOUR 4° ETAGE	37	9 Kg	ABC
23	FOUR 3° ETAGE	19	9 Kg	ABC
24	FOUR 2° ETAGE	4	9 Kg	ABC
25	FOUR 1° ETAGE	15	9 Kg	ABC
26	CABINE FOUR	18	9 L	EPA
27	LOCAL ELEC FOUR	10	5 Kg	CO2
28	CABINE FOUR	9	5 Kg	CO2
29	DEPOTAGE FUEL N°1	49	9 Kg	ABC
30	DEPOTAGE FUEL N°2	50	9 Kg	ABC
31	SOUFFLANTE	11	5 Kg	CO2
32	LOCAL COMPRESSEUR	33	9 Kg	ABC
33	POMPE HYDRAULIQUE	13	5 Kg	CO2

Nb	EMPLACEMENT	N°	POIDS	TYPE
34	TRANSFO MAERZ	34	5 Kg	CO2
35	POSTE GAZ	40	9 Kg	ABC
36	LOCAL GAZ	22	6 Kg	ABC
37	HANGAR BLEU	62	9 Kg	ABC
38	HANGAR BLEU	63	9 Kg	ABC
39	HANGAR BLEU	64	9 Kg	ABC
40	HANGAR BLEU	72	9 Kg	ABC
41	HANGAR BLEU	66	9 Kg	ABC
42	ENSACHEUSE	71	9 Kg	ABC
43	SILO 0	61	9 Kg	ABC
44	LOCAL TGBT CHAUX	2	5 Kg	CO2
45	TRANSFO CHAUX	20	5 Kg	CO2
46	LOCAL ELEC CHAUX	8	9 Kg	BC
47	TRANSFO UF	39	5 Kg	CO2
48	CUVE FUEL ROUGE	55	9 Kg	ABC
49	CUVE FUEL ROUGE	56	9 Kg	ABC
50	CHAULEUSE	48	6 Kg	ABC
51	LAVAGE	28	9 Kg	ABC
52	STOCK HUILE	53	9 Kg	ABC
53	STOCK HUILE	54	9 Kg	ABC
54	COMPRESSEUR	24	5 Kg	CO2
55	LOCAL HUILE	12	9 Kg	BC
56	TRANSFO CARRIERE	31	5 Kg	CO2
57	TC 6 CARRIERE	25	9 L	EPA
58	TAPIS T 2	14	9 Kg	ABC
59	CC 1/CC 2	7	9 Kg	ABC
60	CABINE CONCASSEUR	27	5 Kg	CO2
61	ARMOIRE CONCASSEUR	26	5 Kg	CO2
62	POUDRIERE N° 1	21	5 Kg	CO2
63	POUDRIERE N° 2	35	5 Kg	CO2
64	LOCAL MINEUR	43	5Kg	CO2
65	HD 325	73	6 KG	ABC
66	WA 500			

Nb	EMPLACEMENT	N°	POIDS	TYPE
67	CAT 769	32	6 Kg	ABC
68	CAT 980	44	6 Kg	ABC
69	CAT 735			
70	L 220	52	6 Kg	ABC
71	CHARGEUR 972	45	6 Kg	ABC
72	SECOUR ENGIN	46	6 Kg	ABC
73	SECOUR ENGIN	47	6 Kg	ABC
74	STOCK TAMPON	23	6 Kg	BC
75	ANNEXE	30	6 L	EAU

## **Annexe 3. Instruction d'isolation du bassin de décantation en cas de pollution**

Cette annexe contient 1 page.

**BASSIN de DECANTATION USINE  
LA BUISSE**

**1 FERMER LA  
VANNE V3**

Pour garder les eaux polluées dans le bassin

**2 SURVEILLER LE  
NIVEAU D'EAU :**

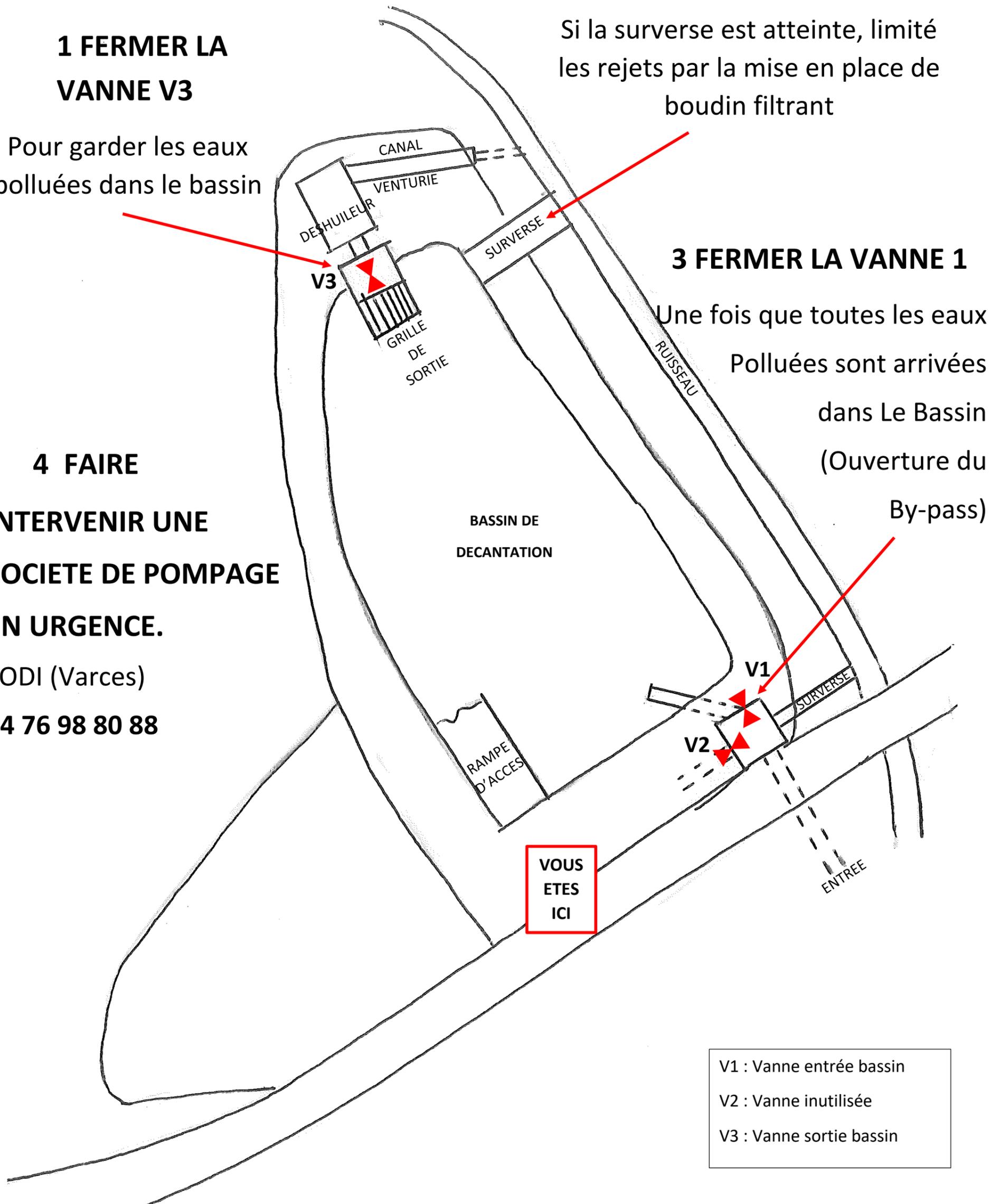
Si la surverse est atteinte, limité les rejets par la mise en place de boudin filtrant

**3 FERMER LA VANNE 1**

Une fois que toutes les eaux Polluées sont arrivées dans Le Bassin (Ouverture du By-pass)

**4 FAIRE  
INTERVENIR UNE  
SOCIETE DE POMPAGE  
EN URGENCE.**

SODI (Varces)  
04 76 98 80 88



- V1 : Vanne entrée bassin
- V2 : Vanne inutilisée
- V3 : Vanne sortie bassin

## **Annexe 4. Analyse du risque foudre et Etude technique de protection contre a foudre – 1G Foudre - Juin 2023**



**1G GROUP SAS**

6 Rue de Genève

69 800 SAINT-PRIEST

☎ 04 28 29 64 58

[contact@1g-foudre.com](mailto:contact@1g-foudre.com)

[www.1g-foudre.com](http://www.1g-foudre.com)



## ANALYSE DU RISQUE Foudre



<b><u>Commanditaire de l'étude :</u></b>  LHOIST Rue Pra-Paris 38361 SASSENAGE	<b><u>Adresse du site :</u></b>  LHOIST Chemin de Balthazard 38500 LA BUISSE
<b><u>Date de l'intervention :</u></b>	23/05/2023
<b><u>Rédigé par :</u></b> 16/06/2023	Zakari YAHIAOUI Chargé d'études Qualifoudre N1 04 28 29 64 58 <a href="mailto:z.yahiaoui@1g-group.com">z.yahiaoui@1g-group.com</a> 
<b><u>Validé par :</u></b> 19/06/2023	Abdallah OUBAH Responsable d'Affaires Qualifoudre N3 – n°19004 07 69 38 34 57 <a href="mailto:a.oubah@1g-group.com">a.oubah@1g-group.com</a> 

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
21/06/2023	A	Première diffusion

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.  
Le seul rapport faisant foi est le rapport envoyé par **1G Foudre**.

## ABRÉVIATIONS

<b>ARF</b>	Analyse du Risque Foudre
<b>ATEX</b>	Atmosphère Explosive
<b>BT</b>	Basse Tension
<b>CEM</b>	Compatibilité Électromagnétique
<b>DREAL</b>	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
<b>ET</b>	Étude Technique
<b>HT</b>	Haute Tension
<b>ICPE</b>	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
<b>IEMF</b>	Impulsion Électromagnétique Foudre
<b>IEPF</b>	Installation Extérieure de Protection contre la Foudre
<b>IIPF</b>	Installation Intérieure de Protection contre la Foudre
<b>INB</b>	Installation Nucléaire de Base
<b>INERIS</b>	Institut National de l'Environnement industriel et des Risques
<b>MALT</b>	Mise À La Terre
<b>MMR</b>	Mesures de Maîtrise des Risques
<b>Ng</b>	Densité de foudroiement (nombre d'impacts par an au km <sup>2</sup> )
<b>NPF</b>	Niveau de Protection contre la Foudre
<b>PDA</b>	Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage
<b>PDT</b>	Prise De Terre
<b>RIA</b>	Robinet d'Incendie Armé
<b>SPF</b>	Système de Protection Foudre
<b>TGBT</b>	Tableau Général Basse Tension
<b>ZPF</b>	Zone de Protection Foudre

# SOMMAIRE

<b>CHAPITRE 1</b>	<b>SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	<b>6</b>
<b>CHAPITRE 2</b>	<b>GÉNÉRALITÉS SUR LA MISSION</b>	<b>8</b>
2.1	PRÉSENTATION DE LA MISSION	8
2.2	PÉRIMÈTRE D'APPLICATION DE L'ARF	8
2.3	RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES	9
2.4	BASE DOCUMENTAIRE	11
2.5	LOGICIEL DE CALCUL	11
<b>CHAPITRE 3</b>	<b>MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DU RISQUE Foudre</b>	<b>12</b>
3.1	OBJECTIF DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	12
3.2	PROCÉDURE D'ÉVALUATION DU RISQUE Foudre SELON LA NF EN 62305-2	12
3.3	IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE	13
3.4	IDENTIFICATION DES TYPES DE PERTE	13
3.5	DÉFINITION DES RISQUES A ÉVALUER	13
3.6	CALCUL DU RISQUE R1	14
3.7	DÉFINITION DU RISQUE TOLÉRABLE	15
3.8	RÉDUCTION DU RISQUE R1	15
3.9	PRINCIPAUX PARAMÈTRES PRIS EN COMPTE DANS L'ARF	15
<b>CHAPITRE 4</b>	<b>PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SITE</b>	<b>16</b>
4.1	ADRESSE DU SITE	16
4.2	PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SITE	17
4.3	LISTE DES RUBRIQUES ICPE	19
4.4	DENSITÉ DE FoudROIEMENT	20
4.5	POTENTIELS DE DANGERS	21
4.6	ÉVÈNEMENTS REDOUTÉS	21
4.7	ZONAGE ATEX	21
4.8	LISTE DES ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ (MMR)	22
4.9	MOYENS D'INTERVENTION ET DE SECOURS DU SITE	22
4.10	SERVICES ET CANALISATIONS	23
<b>CHAPITRE 5</b>	<b>INSTALLATION À PRENDRE EN COMPTE POUR L'ARF</b>	<b>24</b>
<b>CHAPITRE 6</b>	<b>CALCUL PROBABILISTE : HANGAR/ATELIER</b>	<b>25</b>
6.1	DONNÉES & CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE	25
6.2	CARACTÉRISTIQUES DES LIGNES ENTRANTES OU SORTANTES	25
6.3	DÉFINITION DES ZONES	26
6.4	PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	27

## **LISTE DES ANNEXES**

**Annexe 1** : Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre du **HANGAR/ATELIER**.

## Chapitre 1 SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

### Récapitulatif des résultats de l'Analyse du Risque Foudre

L'Analyse du Risque Foudre est réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2 de Décembre 2012, à l'aide du logiciel « DEHN Risk Tool » version 3.260.03.

Le tableau suivant récapitule pour l'ensemble du site, si oui ou non, l'analyse des dangers conduit à retenir un risque vis-à-vis des effets de la foudre, et si, dans ce cas il y a nécessité de protection.

STRUCTURES	PROTECTION EFFETS DIRECTS	PROTECTION EFFETS INDIRECTS
PRODUCTION CHAUX	Niveau I (non ICPE)	Niveau I
HANGAR/ATELIER	Niveau IV (non ICPE)	Niveau IV
HANGAR BIG BAG	Pas de protection nécessaire	Niveau I
CARRIERE	Pas de protection nécessaire	Niveau I
MMR	Sans Objet	➤ Détection gaz.
CANALISATIONS MÉTALLIQUES	Liaisons équipotentielles à prévoir pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gaz ;</li> <li>➤ Cuves ;</li> <li>➤ Silos.</li> </ul>	
PRÉVENTION	Une mise en place de procédure spécifique (en interne) de prévention d'orage est nécessaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ne pas intervenir sur les installations électriques BT ;</li> <li>➤ pas de dépotage de gasoil.</li> </ul>	

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

## **Suite à l'Analyse du Risque Foudre**

Une **Étude Technique** doit être réalisée par un **organisme compétent** (QUALIFoudre ou F2C) et définissant précisément les dispositifs de protection et les mesures de prévention, leurs lieux d'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 puis complétée, si besoin, après la réalisation des dispositifs de protection.

Un **carnet de bord** doit être tenu par l'exploitant et laissé à la disposition de l'inspecteur de la DREAL ou l'Inspection des Installations Classées. Les chapitres qui y figurent sont rédigés lors de l'étude technique.

Les systèmes de protection contre la foudre prévus dans l'étude technique sont conformes aux normes françaises ou à toute norme équivalente en vigueur dans un état membre de l'Union Européenne.

## Chapitre 2 GÉNÉRALITÉS SUR LA MISSION

### 2.1 PRÉSENTATION DE LA MISSION

La mission confiée à **1G Foudre** a pour objet la réalisation de l'Analyse du Risque Foudre (ARF).

L'Analyse du Risque Foudre identifie les équipements et installations dont une protection doit être assurée. Elle est basée sur une évaluation des risques réalisée conformément à la norme NF EN 62-305-2 version de décembre 2012. Elle définit les niveaux de protection nécessaires aux installations.

### 2.2 PÉRIMÈTRE D'APPLICATION DE L'ARF

L'Analyse du Risque Foudre prend en compte :

- Les **effets directs** relatifs à l'impact direct du coup de foudre sur la structure ;
- Les **effets indirects** causés par les phénomènes électromagnétiques et par la circulation du courant de foudre. Ces phénomènes conduisent à des surtensions dans les parties métalliques et les installations électriques. Elles sont à l'origine des défaillances des équipements et des fonctions de sécurité.

L'Analyse du Risque Foudre devra être tenue en permanence à la disposition de l'inspection de la DREAL ou l'Inspection des Installations Classées.

Elle sera systématiquement **mise à jour** à l'occasion de modifications notables des installations, notamment :

- **Dépôt d'une nouvelle autorisation ;**
- **Révision de l'étude de dangers ;**
- **Modification des installations** pouvant entraîner des répercussions sur les données d'entrée du calcul d'ARF.

La présente mission concerne exclusivement les installations pour lesquelles une agression par la foudre est susceptible de porter gravement atteinte à l'environnement et à la sécurité des personnes.

L'évaluation des pertes économiques et financières est exclue de la mission.

La responsabilité d'**1G Foudre** ne saurait être recherchée si les déclarations et informations fournies par l'Exploitant se révèlent incomplètes ou inexactes, ou si des installations ou procédés n'ont pas été présentés, ou s'ils ont été présentés dans des conditions différentes des conditions réelles de fonctionnement, ou en cas de modification postérieure à notre mission.

Les informations prises en compte sont celles établies à la date du présent rapport.

## 2.3 RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES

### Normes de références

Norme	Version	Désignation
<b>NF EN 62 305-1</b>	Novembre 2013	Protection des structures contre la foudre - Partie 1 : Principes généraux.
<b>NF EN 62 305-2</b>	Décembre 2012	Protection des structures contre la foudre - Partie 2 : Évaluation du risque.
<b>NF EN 62 305-3</b>	Décembre 2012	Protection des structures contre la foudre : Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains.
<b>NF EN 62 305-4</b>	Décembre 2012	Protection des structures contre la foudre : Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures.
<b>NF C 17-102</b>	Septembre 2011	Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage.
<b>NF C 15-100</b>	Compil 2013	Installations électriques basse tension.
<b>NF EN 62 561-1</b>	Aout 2017	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) : Partie 1 : exigences pour les composants de connexion.
<b>NF EN 62 561-2</b>	Mars 2018	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) : Partie 2 : exigences pour les conducteurs et les électrodes de terre.
<b>NF EN 62 561-3</b>	Septembre 2017	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) : Partie 3 : exigences pour les éclateurs d'isolement.
<b>NF EN 62 561-4</b>	Décembre 2017	Composants de système de protection contre la foudre (CSPF) : Partie 4 : exigences pour les fixations de conducteur.
<b>NF EN 62 561-5</b>	Décembre 2017	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) : Partie 5 : exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre.
<b>NF EN 62 561-6</b>	Mars 2018	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) : Partie 6 : exigences pour les compteurs de coups de foudre.
<b>NF EN 62 561-7</b>	Mars 2018	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) : Partie 7 : exigences pour les enrichisseurs de terre.
<b>NF EN 61 643-11</b>	Mai 2014	Parafoudres BT - Partie 11 : parafoudres connectés aux systèmes basse tension - Exigences et méthodes d'essai.
<b>CEI 61 643-21/A2</b>	Juillet 2013	Parafoudres BT – Partie 21 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais.
<b>IEC 61 643-22</b>	Juin 2015	Parafoudres BT – Partie 22 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Principes de choix et d'application.
<b>NF EN IEC 62 793</b>	Juin 2018	Protection contre la foudre - Systèmes d'alerte aux orages.

**Guides pratiques (à titre informatif)**

<b>Guide</b>	<b>Version</b>	<b>Désignation</b>
<b>Guide UTE C 15-443</b>	Août 2004	Protection des installations électriques à basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres.
<b>Guide INERIS OMEGA 3</b>	Décembre 2011	Protection contre la foudre des installations classées pour la protection de l'environnement.
<b>Guide GESIP</b>	4 juillet 2014	Protection des installations industrielles contre les effets de la foudre.
<b>Note QUALIFOUDRE n°1</b>	Décembre 2011	Note d'information aux professionnels de la protection contre la foudre - Utilisation de la norme NF C 17-102 de septembre 2011.
<b>Note QUALIFOUDRE n°2</b>	Décembre 2013	Note d'information aux professionnels de la protection contre la foudre - Choix et installation des déconnecteurs pour les parafoudres BT de Type 1.
<b>Note QUALIFOUDRE n°3</b>	Décembre 2013	Note d'information aux professionnels de la protection contre la foudre - Notice de vérification et de maintenance.
<b>Note QUALIFOUDRE n°4</b>	Juillet 2015	Note d'information aux professionnels de la protection contre la foudre - Détermination du paramètre LFE défini dans la norme NF EN 62305-2 de 2012
<b>Note QUALIFOUDRE n°5</b>	Février 2017	Note d'information aux professionnels de la protection contre la foudre - Critères d'acceptation des CSPF (Composants des Systèmes de Protection contre la Foudre) suivant la série NF EN 62561-*
<b>Note QUALIFOUDRE n°6</b>	Octobre 2017	Note d'information aux professionnels de la protection contre la foudre - Application de la valeur de la densité de foudroiement NSG et NG.
<b>FAQ INERIS</b> <i>Règles de bonnes pratiques</i>	Version 2.0 du 10/02/2021	Règles spécifiques qui sont mises en œuvre pour les professionnels QUALIFOUDRE dans un objectif d'harmonisation des pratiques.

## 2.4 BASE DOCUMENTAIRE

L'ARF ci-après se base sur les informations et documents fournis par la société **LHOIST**.

Une visite sur site a également été réalisée le 23/05/2023.

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.

Documents	Auteur	Référence	Fourni
Étude de dangers	-	-	✘
Rubriques ICPE	PREFET DE L'ISERE	Arrêté n°DDPP-DREAL UD38-2020-10-20 du 20/10/2020	✓
Plan de masse			
Plan de coupe			
Plans des réseaux	SINTEGRA	11028-16198 indice B avril 2012	✓
Carte aérienne	IWO	22-6 du 11/11/2022	✓
Plan lutte incendie	LHOIST	22/02/2023	✓
Schémas électriques	SVE		✓
Synoptique HT/BT	SVE		✓
Zonage ATEX	LHOIST	13/03/2023	✓

En l'absence de certains éléments d'information nécessaires, la détermination des valeurs des facteurs correspondants est remplacée par les valeurs prévues par la norme NF EN 62305-2. Les calculs des composantes des risques sont effectués avec ces valeurs par défaut.

## 2.5 LOGICIEL DE CALCUL

L'Analyse du Risque Foudre est réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2 de Décembre 2012, à l'aide du logiciel « DEHN Risk Tool » version 3.260.03.

Les notes de calcul complètes et détaillées sont en annexe du présent rapport.

## Chapitre 3 MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DU RISQUE Foudre

### 3.1 OBJECTIF DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

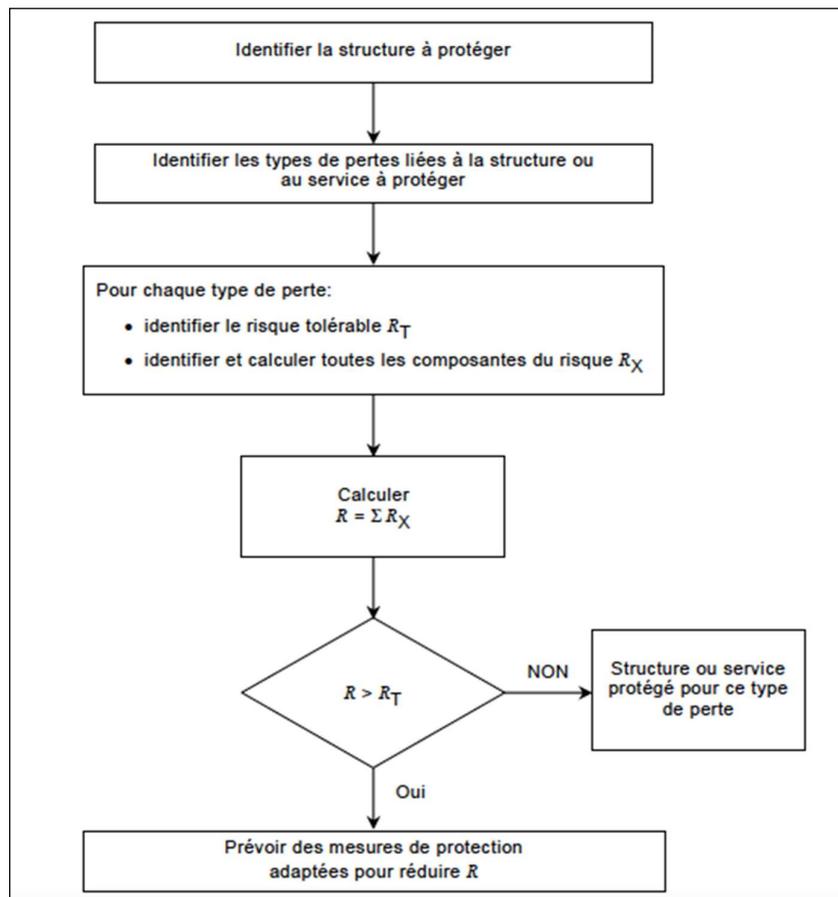
L'objectif de l'Analyse du Risque Foudre est :

- Soit de **s'assurer** que les mesures de protection de la structure et des services sont suffisantes pour que le **risque** reste **acceptable** à une valeur **tolérée** ;
- Soit de **déterminer le besoin** de mettre en œuvre **des mesures de prévention et de protection**.

### 3.2 PROCÉDURE D'ÉVALUATION DU RISQUE Foudre SELON LA NF EN 62305-2

Seul le risque  $R_1$  « risque de perte de vie humaine » défini par la norme NF EN 62305-2 est évalué pour l'analyse du risque foudre. Cette évaluation est relative aux caractéristiques de la structure et aux pertes.

Le risque  $R_1$  retenu doit être inférieur ou égal au risque tolérable  $R_T$  ( $1,0 \times 10^{-5}$ ).



<sup>1</sup> La structure est un ouvrage ou un bâtiment conformément à la norme.

<sup>2</sup> Les services sont des éléments métalliques conducteurs tels que réseaux de puissance, lignes de communication, canalisations, connectés à une structure.

### 3.3 IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE

Une **structure** est constituée par :

- Un **bâtiment**, un **local**, un **ouvrage**, un **édifice**, etc. ; partitionné en zones si nécessaire ;
- Des **contenus** : substances, procédés de fabrication, installations, équipements, éléments importants pour la sécurité, etc... ;
- Des **personnes** à l'intérieur ou à moins de 3 mètres à l'extérieur ;
- Un **environnement** proche, extérieur à la structure ou du site.

Les **services** connectés à la structure sont **identifiés** et déterminés.

Les informations relatives à la structure sont données par l'Etude de dangers ou communiquées par l'Exploitant des Installation classées ou les documents relatifs au projet.

### 3.4 IDENTIFICATION DES TYPES DE PERTE

Quatre types de perte sont définis :

- L1 : Perte de vie humaine ;
- L2 : Perte de service public ;
- L3 : Perte d'héritage culturel ;
- L4 : Perte de valeurs économiques (structure et son contenu).

Dans le cadre de cette étude, nous n'étudierons que **les pertes de vie humaine (L1)**.

### 3.5 DÉFINITION DES RISQUES A ÉVALUER

Le risque R est la valeur d'une perte moyenne annuelle probable. Pour chaque type de perte qui peut apparaître dans une structure ou un service, le risque correspondant doit être évalué.

Les risques à évaluer dans une structure peuvent être les suivants :

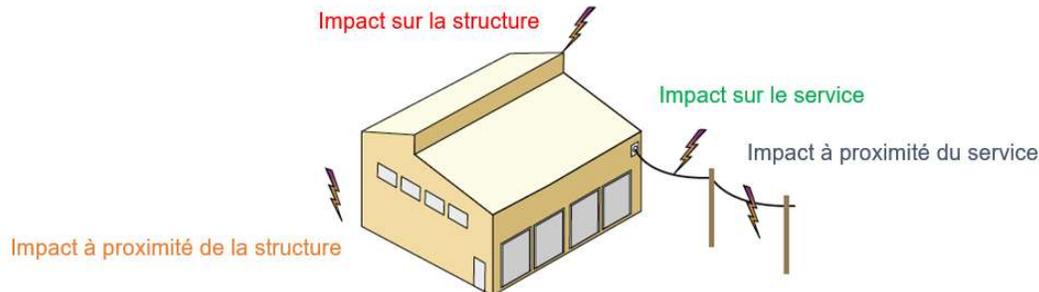
- R1 : Risque de perte de vie humaine ;
- R2 : Risque de perte de service public ;
- R3 : Risque de perte d'héritage culturel ;
- R4 : Risque de perte de valeurs économiques.

Pour évaluer les risques R, les composantes appropriées du risque (risques partiels dépendant de la source et du type de dommage) doivent être définies et calculées.

Dans notre cas, seul le **risque R1 fera l'objet d'une évaluation**.

### 3.6 CALCUL DU RISQUE R1

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



$$R1 = R_A + R_B + R_C^* + R_M^* + R_U + R_V + R_W^* + R_Z^*$$

(\*) : Uniquement pour les structures présentant un risque d'explosion et pour les hôpitaux et autres structures dans lesquelles des défaillances de réseaux internes peuvent mettre en danger immédiat la vie humaine

#### Composantes des risques pour une structure dus aux impacts sur la structure :

- R<sub>A</sub>** **Impact sur la structure** : 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.
- R<sub>B</sub>** **Impact sur la structure** : 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.
- R<sub>C</sub>** **Impact sur la structure** : Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF.

#### Composantes des risques pour une structure dus aux impacts à proximité de la structure :

- R<sub>M</sub>** **Impact à proximité de la structure** : Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF.

#### Composantes des risques pour une structure dus aux impacts sur un service connecté à la structure :

- R<sub>U</sub>** **Impact sur un service** : Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.
- R<sub>V</sub>** **Impact sur un service** : Composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une installation extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus aux courants de foudre transmis dans les lignes entrantes.
- R<sub>W</sub>** **Impact sur un service** : Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure.

#### Composantes des risques pour une structure dus à un impact à proximité d'un service connecté à la structure :

- R<sub>Z</sub>** **Impact à proximité d'un service** : Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure.

### 3.7 DÉFINITION DU RISQUE TOLÉRABLE

Type de pertes	RT
Perte de vie humaine	$10^{-5}$

Valeur type pour le risque tolérable RT selon la norme NF EN 62305-2

### 3.8 RÉDUCTION DU RISQUE R1

La norme NF EN 62305-2 fixe la limite supérieure du risque tolérable ( $R_T$ ) à  $10^{-5}$ . Le risque de dommages causés par la foudre est calculé et comparé à cette valeur.

Lorsque la valeur est supérieure au risque acceptable des solutions de protection et/ou de prévention sont introduites dans les calculs pour réduire le risque à une valeur inférieure ou égale à la valeur limite tolérable.

- Si  $R_1 > R_T$ 
  - Il faut prévoir des mesures de protection pour  $R_1 \leq R_T$ .
- Si  $R_1 \leq R_T$ 
  - Une protection contre la foudre n'est pas nécessaire.

Pour les besoins de la présente norme, 4 niveaux de protection (I, II, III, IV), correspondant aux paramètres minimum et maximum du courant de foudre, ont été définis pour une protection efficace dans, respectivement, 98 %, 95 %, 88 % et 81 % des cas.

### 3.9 PRINCIPAUX PARAMÈTRES PRIS EN COMPTE DANS L'ARF

Pour chaque bâtiment, un ensemble de caractéristiques doit être pris en compte :

- Ses dimensions ;
- Sa structure ;
- L'activité qu'il abrite ;
- Les dommages que peut engendrer la foudre en cas de foudroiement sur ou à proximité des bâtiments.

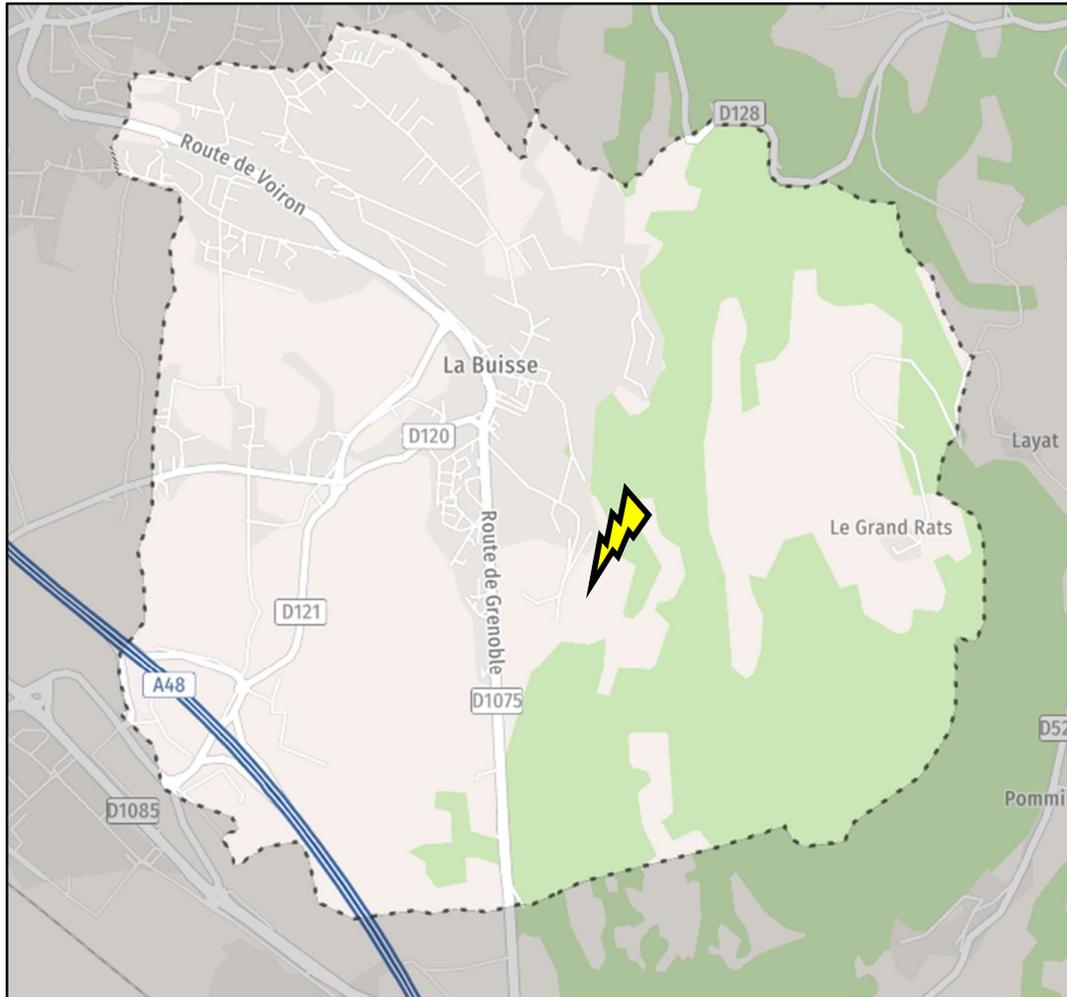
Les principaux critères en considération dans l'évaluation des composantes du risque foudre sont les suivants :

- Le type de danger particulier dans la structure ;
- Le risque incendie ;
- Les dispositions prises pour réduire la conséquence du feu.

## Chapitre 4 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SITE

### 4.1 ADRESSE DU SITE

Le site est situé : Chemin de Balthazard - 38500 LA BUISSE.

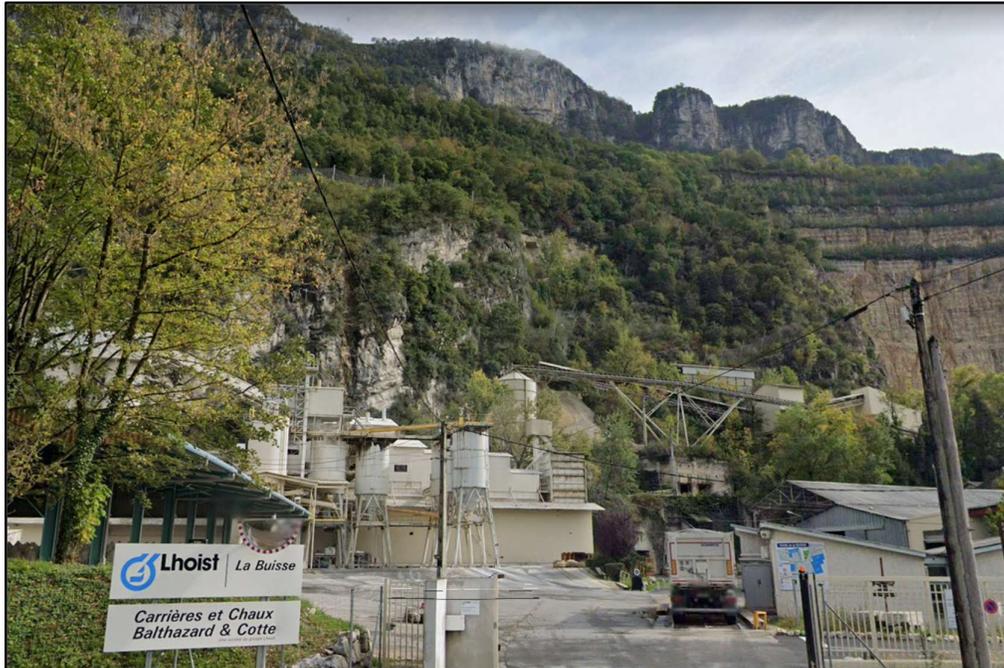


## 4.2 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SITE

### Implantation géographique

Le site est implanté sur la commune de LA BUISSE dans le département de l'Isère (38).

L'environnement est essentiellement composé de massifs montagneux et quelques zones d'habitation.



### Activité

L'activité principale du site est la production de chaux obtenue à partir de la calcination des calcaires dans les fours spéciaux.

### Effectifs

L'effectif du site actuellement est estimé à environ 20 personnes.

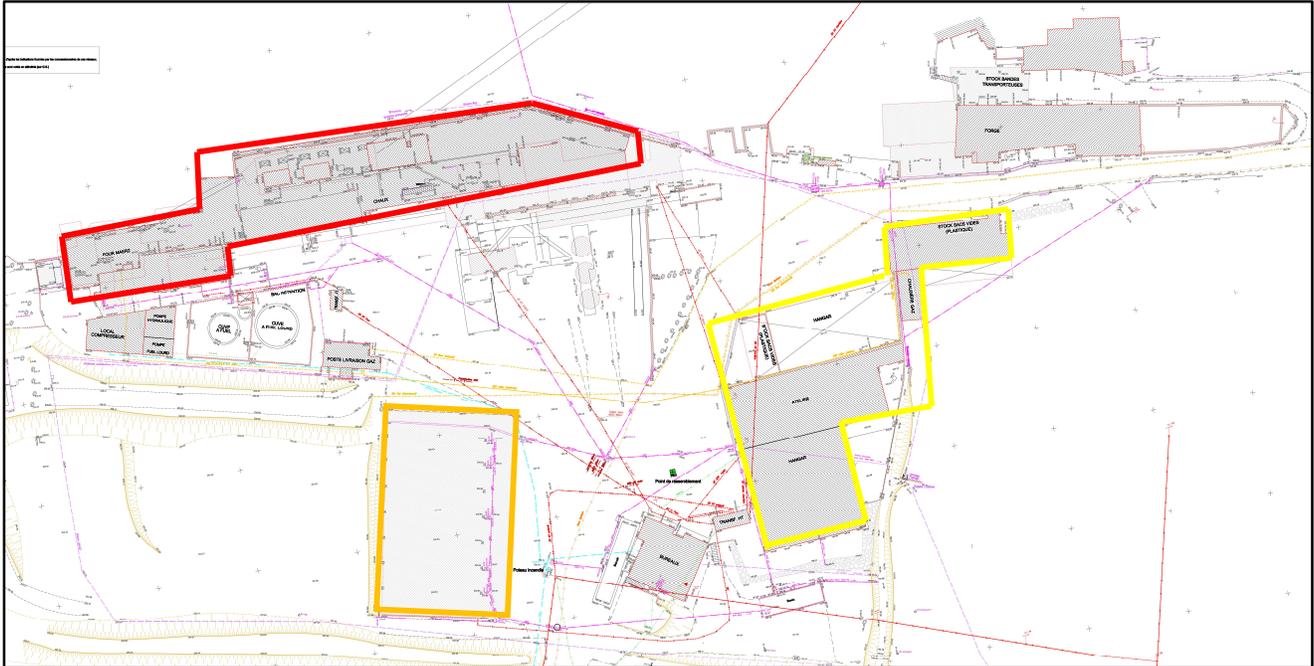
## Zones

HANGAR/ATELIER

HANGAR BIG BAG

PRODUCTION CHAUX

CARRIERE



## Zones analysées

Notre étude portera sur l'étude des zones suivantes :

- PRODUCTION CHAUX (transformation des pierres en chaux) ;
- HANGAR BIG BAG (structure ouverte, stockage) ;
- HANGAR/ATELIER (atelier, chaufferie, stockage palettes) ;
- CARRIERE (zone peu fréquentée, sans risque majeur).

### 4.3 LISTE DES RUBRIQUES ICPE

Les rubriques ICPE sont listées dans le tableau suivant :

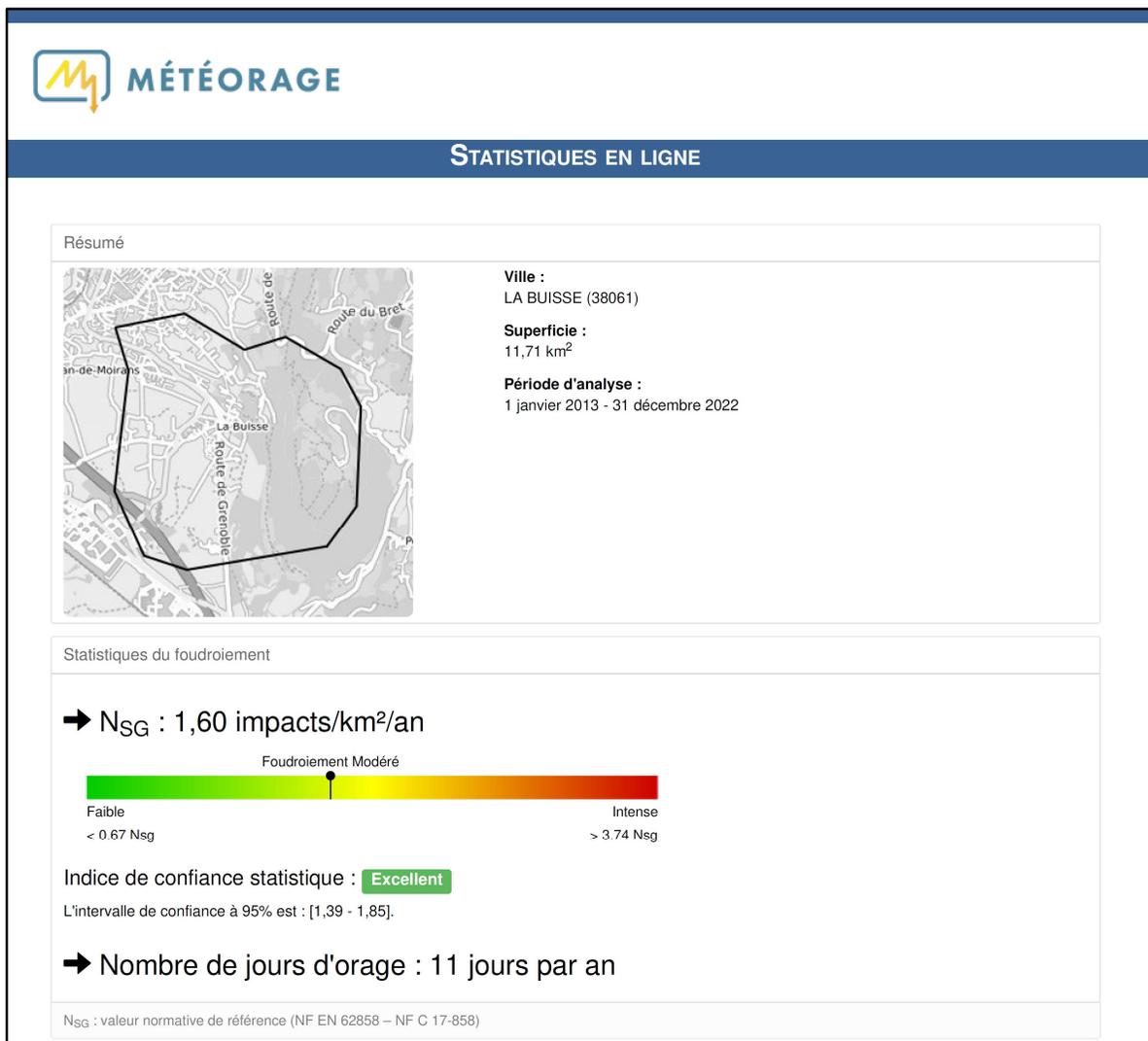
Rubrique	Régime	Libellé de la rubrique (activité)	Nature de l'installation	Critère de classement	Volume des activités	Unités du seuil et du volume autorisé
2520 3310-2	A	Ciments, chaux, plâtres (fabrication de)	1 four MAERZ d'une capacité de 300 t/j soit 110 000 t/an	Capacité de production	300	t/j
2515-1-a	E	Broyage, concassage, criblage, ensachage, pulvérisation, nettoyage, tamisage, mélange de pierres, cailloux minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes	Primaire (77,5 kW), Secondaire (210,4 kW), Chaux routière (347,7 kW), Mélange agriculture (64,3 kW), Spath (13 kW), Esmag (13 kW), Ensacheuse (32,1 kW)	Puissance installée de l'ensemble des machines fixes concourant au fonctionnement des installations	758	kW

Le site n'est pas concerné par l'arrêté du **4 octobre 2010 modifié** relatif à la protection contre la **foudre** de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.

#### 4.4 DENSITÉ DE Foudroiement

D'après les statistiques de foudroiement en France de METEORAGE (résultats à partir des données du réseau de détection des impacts foudre pour la période 2013-2022), la densité moyenne de foudroiement pour la commune de **LA BUISSE (38)** est de :

**$N_{SG} = 1,60$  (coups de foudre / km<sup>2</sup> / an)**



Source : [meteorage.fr](http://meteorage.fr)

#### 4.5 POTENTIELS DE DANGERS

Nous estimons qu'en raison de l'activité du site et la nature des éléments stockés, le principal risque redouté est l'incendie.

#### 4.6 ÉVÈNEMENTS REDOUTÉS

Les risques issus de l'étude de dangers où la foudre peut être identifiée comme une cause possible :

Structures	Évènement redoutés
Ensemble du site	➤ Incendie
Zones ATEX	➤ Explosion

#### 4.7 ZONAGE ATEX

Il existe 3 zones ATEX sur le site :

- Local comburimètre ❶ ;
- Local soufflantes ❷ ;
- Stock bouteilles de gaz ❸.

Les zones citées ne sont pas des zone ATEX 0 ou 20. Par conséquent, le risque d'explosion n'a pas été retenu dans l'Analyse de Risque Foudre.



*Source : plan zonage Atex.*

#### 4.8 LISTE DES ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ (MMR)

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 :

MMR	Susceptibilité à la foudre
Extincteurs	Non
Centrale détection gaz	Oui

*Source : relevés sur site.*

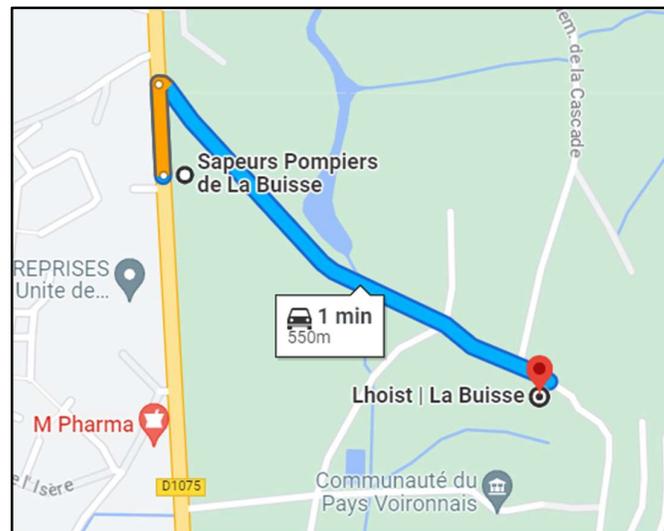
Cette liste n'est pas exhaustive et pourra être complétée par l'exploitant.

#### 4.9 MOYENS D'INTERVENTION ET DE SECOURS DU SITE

Le site dispose, suivant les zones, de différents moyens de lutte contre l'incendie :

- Les moyens manuels : extincteurs.

Les pompiers disposent des consignes de sécurité et des moyens d'intervention disponibles sur le site.



## 4.10 SERVICES ET CANALISATIONS

### Caractéristiques du réseau de puissance

Le site est alimenté par un poste de livraison situé en face des bureaux qui va alimenter 4 transformateurs. Ces derniers ont pour destination chacun leur TGBT approprié pour desservir l'ensemble des «équipements du site.

- Le régime de neutre du site est IT.

### Caractéristiques du réseau de communication

Le site est raccordé au réseau téléphonique via des lignes souterraines de type « fibre optique ». La fibre n'étant pas vulnérable à la foudre cette ligne ne sera donc pas prise en compte dans cette étude.

### Liste des canalisations entrantes ou sortantes

Structures	Désignation	Nature
PRODUCTION CHAUX	Gaz	Métallique
	Évacuation des eaux	PEHD
	Cuves	Métallique
HANGAR/ATELIER	Gaz	Métallique

**Source** : relevés sur site.

## Chapitre 5 INSTALLATION À PRENDRE EN COMPTE POUR L'ARF

En fonction de leur taille 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).

Structures	Traitements statistiques selon la norme NF EN 62305-2	Traitement déterministe <sup>1</sup>
PRODUCTION CHAUX		✓
HANGAR/ATELIER	✓	
HANGAR BIG BAG		✓
CARRIERE		✓

NOTA : En tenant compte de tous les éléments cités et notre visite sur site, nous prenons la décision de traiter les zones PRODUCTION CHAUX, HANGAR BIG BAG et CARRIERE de manière déterministe.

### Méthode déterministe<sup>1</sup> :

Cette méthode ne prend pas en compte le risque de foudroiement local.

Par conséquent, quel que soit la probabilité d'impact, une structure ou un équipement défini comme **Moyens des Maitrises de Risque (MMR)**, 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, aéroréfrigérants, racks, stockage extérieurs, ...) cette méthode est **choisie**.

## Chapitre 6 CALCUL PROBABILISTE : HANGAR/ATELIER

### 6.1 DONNÉES & CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE

Caractéristiques de la structure	
Facteur d'emplacement $C_{d/b}$	La structure est entourée par des structures plus hautes et la montagne.
Longueur $L$	43 m
Largeur $W$	40 m
Hauteur $H_b$	12 m
Aire Equivalente $A_d$	11 767 m <sup>2</sup>
Type de sol à l'intérieur	Béton

### 6.2 CARACTÉRISTIQUES DES LIGNES ENTRANTES OU SORTANTES

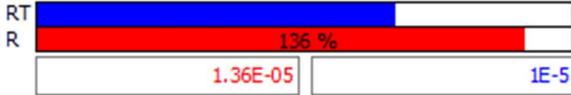
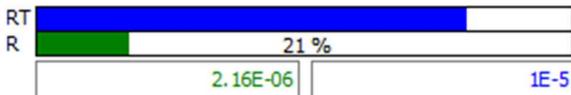
Caractéristiques de la ligne « Alimentation BT » :	
Type de ligne	Énergie BT
Origine de la ligne	Poste de transformation
Dimension du bâtiment d'où provient cette ligne	6 x 4 x 3 m
Longueur de ligne entre les équipements	100 m
Cheminement (aérien / enterré)	Enterré
Tension de tenue aux chocs du réseau	> 4 kV
Désignation de l'équipement reliée dans la structure	TD Atelier de maintenance

Caractéristiques de la ligne « Téléphone » :
Ligne fibre optique → Non prise en compte dans l'analyse.

### 6.3 DÉFINITION DES ZONES

Zone : HANGAR/ATELIER	
Type de sol $r_u$	<b>Béton</b>
Risque incendie $r_f$	<p><b>Élevé</b> → <math>r_f = 0,1</math></p> <p><u>Justification</u> : Absence de données précises concernant la quantité et le volume. Toutefois, au vu des quantités de matières inflammables présentes (palettes bois), le risque incendie est estimé « élevé ».</p> <p>Selon la norme NF EN 62305-2 : charge calorifique supérieure à 800 MJ/m<sup>2</sup>.</p>
Dangers particuliers $h_z$	<p><b>Niveau de panique faible</b> → <math>h_z = 2</math></p> <p><u>Justification</u> : Le nombre de personnes présentes dans la structure est inférieur à 100 (effectif estimé ≈ 20 personnes).</p>
Protection contre l'incendie $r_p$	<p><b>Manuelle</b> → <math>r_p = 0,5</math></p> <p><u>Justification</u> : La protection incendie est assurée à l'aide d'extincteurs et d'installation d'extinction fixes déclenchées manuellement.</p>
Protection contre les tensions de pas et de contact	Aucune mesure de protection
Perte par tensions de contact et de pas $L_t$	<p><b><math>L_t = 0,0001</math></b></p> <p><u>Justification</u> : Personnes à l'intérieur du bâtiment.</p>
Perte par dommages physiques $L_f$	<p><b><math>L_f = 0,02</math></b></p> <p><u>Justification</u> : Structure industrielle.</p>

## 6.4 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

HANGAR/ATELIER	
<b>SANS PROTECTION</b>	<p style="text-align: center;">sans mesures</p>  <p>Dans ces conditions le risque de perte de vie humaine R1 n'est <b>pas acceptable</b> (<math>R1 &gt; RT</math>) :</p> <p style="text-align: center;"><b><math>1,36 \times 10^{-5} &gt; 1 \times 10^{-5}</math></b></p> <p>Il y a donc lieu de <b>procéder à la mise en œuvre de mesures de protection.</b></p> <p>La composante de risque qui influence le plus défavorablement le résultat est :</p> <p><b>RB</b> : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur la structure)  <b>RV</b> : Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur le service connecté)            Chaque composante de risque peut être réduite ou augmentée selon différents paramètres.</p>
<b>AVEC PROTECTION</b>	<p style="text-align: center;">avec mesures</p>  <p>Afin de réduire les composantes RB et RV sous la valeur tolérable, nous préconisons :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La mise en place d'une Installation Extérieure de Protection Foudre (IEPF) de niveau IV ;</li> <li>➤ La mise en place d'une Installation Intérieure de Protection Foudre (IIPF) de niveau IV en conformité avec les recommandations de la norme NF EN 62305-4 sur les lignes de puissance.</li> </ul> <p>Avec la mise en œuvre de mesures de protection, le risque de perte de vie humaine R1 devient acceptable (<math>R1 &lt; RT</math>) :</p> <p style="text-align: center;"><b><math>2,16 \times 10^{-6} &lt; 1 \times 10^{-5}</math></b></p>

# RAPPORT TECHNIQUE

## ÉVALUATION DES RISQUES



---

**Données du projeteur :**

Raison sociale : 1G Foudre

Nom du projeteur : ZY

**Projet ARF :**

Client : LHOIST

Commune : LA BUISSE (38)

Pays : FRANCE

Ng : 1,60

---

# Annexe n°1

## Fiche de calcul d'Analyse du Risque Foudre HANGAR/ATELIER

L'analyse de risque est effectuée à l'aide du logiciel DEHN RISK TOOL version 3.260.03  
conforme à la norme NF EN 62305-2 (Décembre 2012)

*Le contenu de l'annexe est extrait du logiciel qui est responsable de sa cohérence de rédaction.  
Seules les données d'entrée du calcul sont insérées par 1G Foudre.*

## **Contenu**

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

## 1. abréviations

a	Taux d'amortissement
$a_t$	Période d'amortissement
$c_a$	Coût des animaux dans la zone, en monnaie
$c_b$	Coût du bâtiment dans la zone, en monnaie
$c_c$	Coût du contenu de la zone, en monnaie
$c_s$	Coût des réseaux internes (y compris leurs activités) dans la zone, en monnaie
$c_t$	Valeur totale de la structure, en monnaie
$C_D;C_{DJ}$	Facteur d'emplacement
$C_L$	Coût annuel des pertes totales en l'absence de mesures de protection
$C_{PM}$	Coût annuel des mesures de protection choisies
$C_{RL}$	Coût annuel des pertes résiduelles
EB	Liaison équipotentielle de foudre
H	Hauteur de la structure
$H_p$	Point culminant de la structure
i	Taux d'intérêt
$K_{S1}$	Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure (blindage spatial externe)
$K_{S1W}$	Largeurs de maille du blindage spatial maillé d'une structure
$K_{S2}$	Facteur associé à l'efficacité de blindage des blindages internes à la structure
$K_{S2W}$	Largeurs de maille du blindage spatial maillé à l'intérieur de la structure
L1	Perte de vie humaine
L2	Perte de service public
L3	Perte d'héritage culturel
L4	Pertes de valeurs économiques
L	Longueur de la structure
IEMF	Impulsion électromagnétique de foudre
PCLF	Protection contre la foudre (installation complète de protection des structures contre les effets de la foudre, y compris ses réseaux internes et leurs contenus, ainsi que des personnes, comprenant généralement un SPF et une MPF)
NPF	Niveau de protection contre la foudre
SPF	Système de protection contre la foudre
ZPF	Zone de protection contre la foudre (zone dans laquelle l'environnement électromagnétique de foudre est défini)
m	Coût de maintenance
$N_D$	Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure
$N_G$	Densité de foudroiement au sol
$P_B$	Probabilité de dommages physiques sur une structure (impacts sur une structure)
$P_{EB}$	Liaison équipotentielle de foudre
$P_{\text{parafoudre}}$	Système de protection coordonnée par parafoudres
R	Risque
$R_1$	Risque de pertes de vie humaine dans une structure
$R_2$	Risque de perte de service public dans une structure
$R_3$	Risque de perte d'héritage culturel dans une structure
$R_4$	Risque de pertes de valeur économique dans une structure
$R_A$	Composante du risque lié aux blessures d'êtres vivants (impacts sur une structure)
$R_B$	Composante du risque lié aux dommages physiques sur une structure (impacts sur la structure)
$R_C$	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts sur une structure)
$R_M$	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité de la structure)
$R_U$	Composante du risque de blessures d'êtres vivants (impacts sur le service connecté)
$R_V$	Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur le service connecté)

$R_W$	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts sur le service connecté)
$R_Z$	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité d'un service)
$R_T$	Tolerable risk (maximum value of the risk which can be tolerated for the structure to be protected)
$r_f$	Facteur de réduction associé au risque d'incendie
$r_p$	Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie
$S_M$	Economie annuelle en monnaie
SPD	Parafoudre (Surge protection device)
SPM	LEMP protection measures (measures to reduce the risk of failure of electrical and electronic equipment due to LEMP)
$t_z$	Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux
W	Largeur de la structure
$Z_S$	Zones d'une structure

## 2. Fondements normatifs

La norme NF EN 62305 se compose des parties suivantes:

- NF EN 62305-1:2012-12 - "Protection contre la foudre - Partie 1: Principes généraux"
- NF EN 62305-2:2012-12 - "Protection contre la foudre - Partie 2: Evaluation des risques"
- NF EN 62305-3:2012-12 - "Protection contre la foudre - Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains"
- NF EN 62305-4:2012-12 - "Protection contre la foudre - Partie 4: Réseaux de puissance et de communication dans les structures"

## 3. Risque et source de dommages

Afin d'éviter les dommages résultant d'un coup de foudre, les mesures de protection spécifiques doivent être prises pour les objets à protéger. L'évaluation / analyse des risques décrite dans la norme NF EN 62305-2:2012-12 décrit l'évaluation du risque et détermine les exigences d'une protection contre la foudre d'une structure. L'objectif de l'analyse des risques est de réduire le risque à un niveau acceptable en prenant des mesures de protection.

L'analyse de risque en conformité avec la norme NF EN 62305-2:2012-12 pour le projet LHOIST - objet HANGAR/ATELIER montre la nécessité de mettre en œuvre des protections contre la foudre. Le potentiel de risque pour la structure est déterminé et, si nécessaire, des mesures de protection pour réduire les risques doivent être prises. Le résultat de l'analyse des risques non seulement spécifie la classe SPF, mais fournit également un concept de protection complet, y compris les mesures nécessaires à la protection des IEMF.

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

## 4. Informations sur le projet

### 4.1 Sélection des risques à prendre en considération

En raison de la nature et de l'utilisation de la structure, objet HANGAR/ATELIER, les risques suivants ont été sélectionnés et pris en considération:

Risque  $R_1$ : Risque de perte de vie humaine  $R_T$ : 1.00E-05

Le risque tolérable  $R_T$  ont été définis par la sélection des risques.

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

#### 4.2 Paramètres géographiques et paramètres du bâtiment

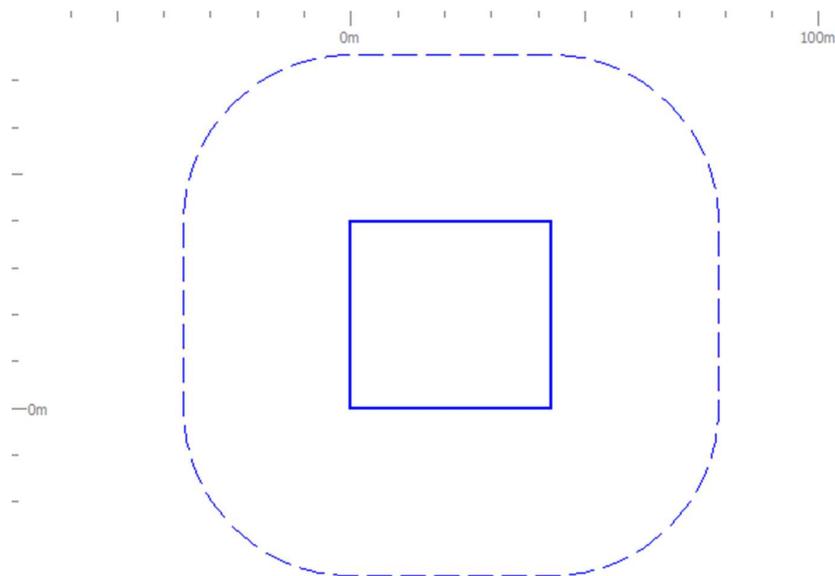
La densité de foudroiement  $N_g$  est la base de l'analyse des risques en fonction de NF EN 62305-2:2012-12. Il définit le nombre de coups de foudre en 1 / an / km<sup>2</sup>. Une valeur de 1.60 coups de foudre / an / km<sup>2</sup> a été déterminée pour l'emplacement de la structure HANGAR/ATELIER grâce à la carte de densité de foudroiement au sol. En conséquence, il y a un nombre calculé de 16.00 jours d'orage par an pour l'emplacement du projet.

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

$L_b$	Longueur:	43.00 m
$W_b$	Largeur:	40.00 m
$H_b$	Hauteur:	12.00 m

Sur la base des dimensions de la structure, il y a des zones de surface d'exposition:

Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure isolée :	11,767.00 m <sup>2</sup>
Surface équivalente d'exposition pour les impacts à proximité d'une structure:	868,398.00 m <sup>2</sup>



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

Emplacement relatif  $C_D$ : 0.25

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

- coups de foudre direct pour une structure  $N_D = 0.0047$  coups de foudre / an,
- coups de foudre à proximité d'une structure  $N_M = 1.3894$  coups de foudre / an,

est à prévoir.

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

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

L1tz – Temps pour lequel les personnes se trouvent dans la zone.: 8,760 heures / an  
L1nz – Nombre de personnes dans la zone: 0 Personnes

#### **4.4 Lignes d'alimentation**

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

Les services suivants ont été considérés pour la structure HANGAR/ATELIER dans l'analyse des risques:

- ALIM BT

Paramètre d'entrée

- Facteur d'installation (enterré / aérien)
- Longueur du conducteur (à l'extérieur du bâtiment)
- Environnement
- Structure connectée
- Type de câblage interne (blindé / non blindé)
- Tension de tenue du réseau interne (rigidité diélectrique de l'équipement terminal) ont été déterminées pour chaque conducteur.

Sur cette base, le risque pour la structure et le contenu résultant des coups de foudre et à proximité des services a été déterminée et évaluée dans l'analyse des risques.

#### **4.5 Risque d'incendie**

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

- Elevé

#### **4.6 Mesures visant à réduire les conséquences d'un incendie**

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

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

#### **4.7 Dangers particuliers dans le bâtiment pour les personnes**

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

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

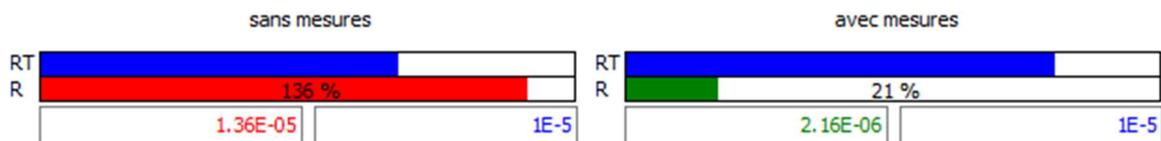
## 5. Analyse des risques

Comme décrit dans 4.1, les risques suivants selon 5. ont été évalués. La barre bleue indique la valeur de risque tolérable et la barre verte / rouge indique le risque déterminé.

### 5.1 Risque R1, vie humaine

Le risque suivant a été déterminé pour les personnes à l'extérieur et à l'intérieur de la structure HANGAR/ATELIER:

Risque tolérable $R_T$ :	1.00E-05
Calcul du risque R1 (sans protection):	1.36E-05
Calcul du risque R1 (protégé):	2.16E-06



Pour réduire le risque, il est nécessaire de prendre des mesures, comme décrit dans 5.

### 5.2 Sélection des mesures de protection

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

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

#### Mesures Avec protection/état recherché:

Région	Mesures	Facteur
pB:	Système de protection contre la foudre SPF Classe SPF IV	2.000E-01
pEB:	Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF III ou IV	5.000E-02

## 6. Obligation légale

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

La procédure du logiciel DEHNSupport pour le calcul des risques est basée sur la norme NF EN 62305-2:2012-12.

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

## 7. Information générale

### 7.1 Components of the external lightning protection system

Les composants de protection contre la foudre utilisés pour faire un système de protection extérieure contre la foudre doivent être conformes aux exigences mécaniques et électriques définies dans la série de norme EN 62561. Cette série de normes est par exemple divisée en parties:

- |                   |   |
|-------------------|---|
| - EN 62561-1:2012 | Prescriptions pour les composants de connexion  |
| - EN 62561-2:2012 | Caractéristiques des conducteurs et des électrodes de terre                             |
| - EN 62561-3:2012 | Prescriptions pour les éclateurs d'isolement  |
| - EN 62561-4:2011 | Prescriptions pour les fixations de conducteur  |
| - EN 62561-5:2011 | Exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre |

#### 7.1.1 EN 62561-1:2012 Prescriptions pour les composants de connexion

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

#### 7.1.2 EN 62561-2:2012 Caractéristiques des conducteurs et des électrodes de terre

La norme NF EN 62561-2 pose également des exigences concrètes aux conducteurs tels que les conducteurs de capture et les conducteurs de descente ou aux électrodes de terre, par exemple aux boucles de terre, telles que:

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

Dans la norme NF EN 62561-2, il est fait mention des exigences qui doivent être remplies par les électrodes de terre. Les exigences à respecter concernent le matériau, la géométrie, les dimensions minimales ainsi que les caractéristiques mécaniques et électriques.

#### 7.1.3 EN 62561-3:2012 Prescriptions pour les éclateurs d'isolement

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

D'après la norme NF EN 62561-3, les éclateurs doivent être dimensionnés de telle sorte que les composants lorsqu'ils sont installés selon les données du fabricant, ils doivent être fiables, stables et sûrs pour les personnes et les installations environnantes.

#### 7.1.4 EN 62561-4:2011 Prescriptions pour les fixations de conducteur

La norme NF EN 62561-4 spécifie les exigences et essais pour les serre-câbles métalliques et non métalliques qui sont utilisés dans le cadre de lignes de pêche et ses dérivés.

#### 7.1.5 EN 62561-5:2011 Exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre

D'après la norme NF EN 62561-5, les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre doivent être conçus et construits de sorte qu'ils soient fiables. S'ils sont utilisés correctement selon les données du fabricant, ils doivent être sans risque pour les personnes ou l'environnement.

## **8. Définition**

### **Protection coordonnée par parafoudres (Parafoudres coordonnés)**

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

### **Interfaces d'isolement**

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

### **IEMF (impulsion électromagnétique de foudre)**

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

### **PCLF (protection contre la foudre)**

Installation complète de protection des structures contre les effets de la foudre, y compris ses réseaux internes et leurs contenus, ainsi que des personnes, comprenant généralement un SPF et une MPP

### **NPF (niveau de protection contre la foudre)**

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

### **SPF (système de protection contre la foudre)**

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

### **EB (liaison équipotentielle de foudre)**

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

### **SPD (parafoudre)**

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

### **Noeud**

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

### **Dommmages physiques**

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

### **Blessures d'êtres vivants**

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

### **Risque R**

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

### **Zone d'une structure ZS**

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

### **ZPF (zone de protection contre la foudre)**

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

### **Blindage magnétique**

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

### **Câble de protection contre la foudre**

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

### **Conduit de protection contre la foudre**

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





**1G GROUP SAS**

6 Rue de Genève

69 800 SAINT-PRIEST

☎ 04 28 29 64 58

[contact@1g-foudre.com](mailto:contact@1g-foudre.com)

[www.1g-foudre.com](http://www.1g-foudre.com)



# ÉTUDE TECHNIQUE FOUORE



<p><b><u>Commanditaire de l'étude :</u></b></p> <p><b>LHOIST</b> Rue Pra-Paris 38361 SASSENAGE</p>	<p><b><u>Adresse du site :</u></b></p> <p><b>LHOIST</b> Chemin de Balthazard 38500 LA BUISSE</p>
<p><b><u>Date de l'intervention :</u></b></p>	<p>23/05/2023</p>
<p><b><u>Rédigé par :</u></b> <b>16/06/2023</b></p>	<p>Zakari YAHIAOUI Chargé d'études Qualifoudre N1 04 28 29 64 58 <a href="mailto:z.yahiaoui@1g-group.com">z.yahiaoui@1g-group.com</a></p> 
<p><b><u>Validé par :</u></b> <b>19/06/2023</b></p>	<p>Abdallah OUBAH Responsable d'Affaires Qualifoudre N3 – n°19004 07 69 38 34 57 <a href="mailto:a.oubah@1g-group.com">a.oubah@1g-group.com</a></p> 

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
21/06/2023	A	Première diffusion

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.  
Le seul rapport faisant foi est le rapport envoyé par **1G FOUORE**.

## ABRÉVIATIONS

<b>ARF</b>	Analyse du Risque Foudre
<b>ATEX</b>	Atmosphère Explosive
<b>BT</b>	Basse Tension
<b>CEM</b>	Compatibilité Électromagnétique
<b>DREAL</b>	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
<b>ET</b>	Étude Technique
<b>HT</b>	Haute Tension
<b>ICPE</b>	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
<b>IEMF</b>	Impulsion Électromagnétique Foudre
<b>IEPF</b>	Installation Extérieure de Protection contre la Foudre
<b>IIPF</b>	Installation Intérieure de Protection contre la Foudre
<b>INB</b>	Installation Nucléaire de Base
<b>INERIS</b>	Institut National de l'Environnement industriel et des Risques
<b>MALT</b>	Mise À La Terre
<b>MMR</b>	Mesures de Maîtrise des Risques
<b>Ng</b>	Densité de foudroiement (nombre d'impacts par an au km <sup>2</sup> )
<b>NPF</b>	Niveau de Protection contre la Foudre
<b>PDA</b>	Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage
<b>PDT</b>	Prise De Terre
<b>RIA</b>	Robinet d'Incendie Armé
<b>Rp</b>	Rayon de protection (paratonnerre)
<b>SPF</b>	Système de Protection Foudre
<b>TGBT</b>	Tableau Général Basse Tension
<b>ZPF</b>	Zone de Protection Foudre

# SOMMAIRE

<b>CHAPITRE 1</b>	<b>OBJET DE L'ÉTUDE</b>	<b>6</b>
1.1	PRÉSENTATION DE LA MISSION	6
1.2	RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES	7
1.3	BASE DOCUMENTAIRE	9
<b>CHAPITRE 2</b>	<b>MÉTHODOLOGIE</b>	<b>10</b>
<b>CHAPITRE 3</b>	<b>SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	<b>11</b>
<b>CHAPITRE 4</b>	<b>INSTALLATIONS DE PROTECTION Foudre EXISTANTES</b>	<b>12</b>
4.1	INSTALLATION EXTÉRIEURE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre	12
4.2	INSTALLATION INTÉRIEURE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre	12
<b>CHAPITRE 5</b>	<b>PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS</b>	<b>13</b>
5.1	GÉNÉRALITÉS SUR LES IEPF	13
5.2	LES DIFFÉRENTS TYPE D'IEPF	14
5.3	TRAVAUX À RÉALISER	16
<b>CHAPITRE 6</b>	<b>PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS</b>	<b>27</b>
6.1	GÉNÉRALITÉS SUR LES IIPF	27
6.2	LES DIFFÉRENTS TYPES DE PARAFoudRES	27
6.3	PROTECTION DES COURANTS FORTS	28
<b>CHAPITRE 7</b>	<b>PRÉVENTION DU PHÉNOMÈNE ORAGEUX</b>	<b>37</b>
7.1	PROTECTION CONTRE LES TENSIONS DE CONTACT ET DE PAS	37
7.2	DÉTECTION D'ORAGE	37
7.3	PROCÉDURE	38
<b>CHAPITRE 8</b>	<b>RÉALISATION DES TRAVAUX</b>	<b>39</b>
<b>CHAPITRE 9</b>	<b>VÉRIFICATIONS DES INSTALLATIONS</b>	<b>40</b>
9.1	VÉRIFICATION INITIALE	40
9.2	VÉRIFICATION PÉRIODIQUE	40
9.3	VÉRIFICATION SUPPLÉMENTAIRE	41
9.4	MAINTENANCE	41
<b>CHAPITRE 10</b>	<b>BILAN DES TRAVAUX À RÉALISER</b>	<b>42</b>

## LISTE DES ANNEXES

**Annexe 1** : Calcul de distance de séparation.

**Annexe 2** : Notice de Vérification & de Maintenance (NVM).

**Annexe 3** : Carnet de Bord (CB).

## Chapitre 1 OBJET DE L'ÉTUDE

### 1.1 PRÉSENTATION DE LA MISSION

La mission confiée à **1G Foudre** a pour objet la réalisation de l'Analyse du Risque Foudre (ARF) et l'Etude Technique Foudre (ETF).

L'Analyse de Risque Foudre du site a été réalisée par **nos soins** (rapport n°**1GF1566** du **16/06/2023**).

Cette analyse montre que certaines installations requièrent des protections contre la foudre vis-à-vis du risque de perte de vie humaine (R1).

Le présent document constitue **l'Étude Technique** de protection contre la foudre détaillée, pour les bâtiments étudiés, et pour chaque protection requise par l'Analyse de Risque Foudre, qu'elle soit une protection contre les effets directs ou contre les effets indirects de la foudre :

- Le type de protection existante ou complémentaire requise ;
- Ses caractéristiques techniques ;
- Sa localisation ;
- Les modalités de sa vérification.

L'installateur doit impérativement se reporter aux prescriptions particulières et à la description des travaux définis dans ce document pour la mise en place des protections dans les détails et se conformer aux documents de référence.

**IMPORTANT** : 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 médiatique** 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.

## 1.2 RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES

### Normes de références

Norme	Version	Désignation
NF EN 62 305-3	Décembre 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains.
NF EN 62 305-4	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	Compil 2013	Installations électriques basse tension.
NF EN 61 643-11	Septembre 2002	Parafoudres pour installation basse tension.
NF EN 62 561-1	Aout 2017	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 1 : exigences pour les composants de connexion.
NF EN 62 561-2	Mars 2018	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 2 : exigences pour les conducteurs et les électrodes de terre.
NF EN 62 561-3	Septembre 2017	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 3 : exigences pour les éclateurs d'isolement.
NF EN 62 561-4	Décembre 2018	Composants de système de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 4 : exigences pour les fixations de conducteur.
NF EN 62 561-5	Décembre 2017	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 5 : exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre.
NF EN 62 561-6	Mars 2018	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 6 : exigences pour les compteurs de coups de foudre.
NF EN 62 561-7	Mars 2018	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 7 : exigences pour les enrichisseurs de terre.
NF EN 61 643-11	Mai 2014	Parafoudres BT - Partie 11 : parafoudres connectés aux systèmes basse tension - Exigences et méthodes d'essai.
CEI 61 643-12	Mai 2020	Parafoudres BT- Partie 12 : parafoudres connectés aux réseaux de distribution BT - Principes de choix et d'application.
NF EN 61 643-21	Mars 2014	Parafoudres BT – Partie 21 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais.
IEC 61 643-22	Juin 2015	Parafoudres BT – Partie 22 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Principes de choix et d'application.
NF EN IEC 62793	Mai 2019	Détecteur d'orage.

**Guides pratiques (à titre informatif)**

<b>Guide</b>	<b>Version</b>	<b>Désignation</b>
<b>Guide UTE C 15-443</b>	Août 2004	Protection des installations électriques à basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres.
<b>Guide OMEGA 3 de l'INERIS</b>	Décembre 2011	Protection contre la foudre des installations classées pour la protection de l'environnement.
<b>FAQ de l'INERIS</b>	10 Février 2021	Foire au question de l'INERIS.
<b>Guide GESIP</b>	4 juillet 2014	Protection des installations industrielles contre les effets de la foudre.

### 1.3 BASE DOCUMENTAIRE

L'étude technique ci-après se base sur les conclusions de l'ARF ainsi que les informations et plans fournis par la société LHOIST.

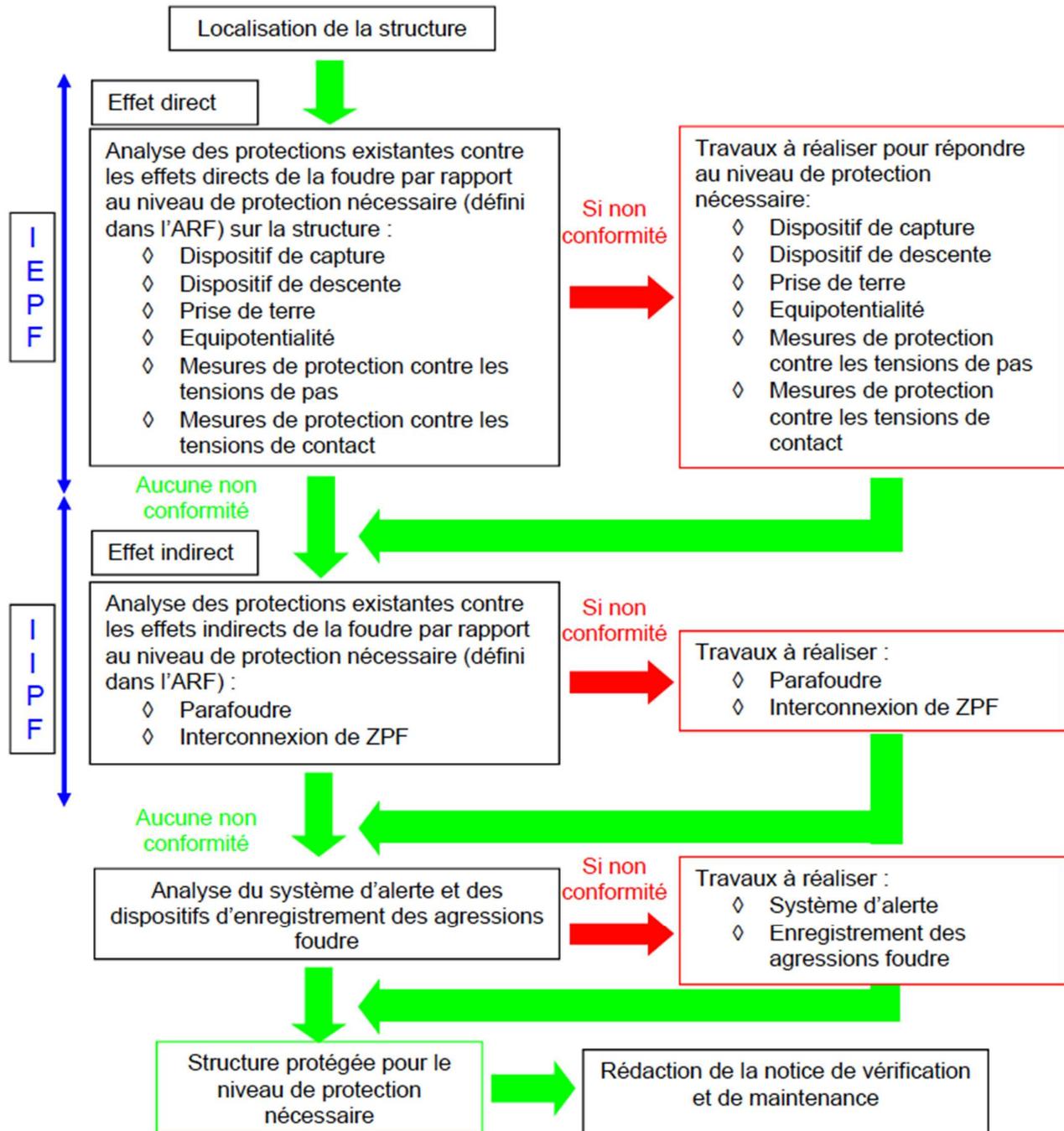
Une visite sur site a également été réalisée le 23/05/2023.

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.

Documents	Auteur	Référence	Fourni
Analyse du Risque Foudre	1G FOUORE	1GF1566 du 16/06/2023	✓
Étude de dangers	-	-	✗
Rubriques ICPE	PREFET DE L'ISERE	Arrêté n°DDPP-DREAL UD38-2020-10-20 du 20/10/2020	✓
Plan de masse			
Plan de coupe			
Plans des réseaux	SINTEGRA	11028-16198 indice B avril 2012	✓
Carte aérienne	IWO	22-6 du 11/11/2022	✓
Plan lutte incendie	LHOIST	22/02/2023	✓
Schémas électriques	SVE		✓
Synoptique HT/BT	SVE		✓
Zonage ATEX	LHOIST	13/03/2023	✓

## Chapitre 2 MÉTHODOLOGIE

Pour chacune des structures nécessitant une protection contre la foudre, la méthodologie ci-dessous est appliquée.



## Chapitre 3 SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

### Récapitulatif des résultats de l'Analyse du Risque Foudre

L'Analyse du Risque Foudre a été réalisée par **nos soins** (rapport n°**1GF1566** du **16/06/2023**) conformément à la norme NF EN 62305-2.

Le tableau suivant récapitule pour l'ensemble du site, si oui ou non, l'analyse des dangers conduit à retenir un risque vis-à-vis des effets de la foudre, et si, dans ce cas il y a nécessité de protection.

STRUCTURES	PROTECTION EFFETS DIRECTS	PROTECTION EFFETS INDIRECTS
PRODUCTION CHAUX	Niveau I (non ICPE)	Niveau I
HANGAR/ATELIER	Niveau IV (non ICPE)	Niveau IV
HANGAR BIG BAG	Pas de protection nécessaire	Niveau I
CARRIERE	Pas de protection nécessaire	Niveau I
MMR	Sans Objet	➤ Détection gaz.
CANALISATIONS MÉTALLIQUES	Liaisons équipotentielles à prévoir pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gaz ;</li> <li>➤ Cuves ;</li> <li>➤ Silos.</li> </ul>	
PRÉVENTION	Une mise en place de procédure spécifique (en interne) de prévention d'orage est nécessaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ne pas intervenir sur les installations électriques BT ;</li> <li>➤ pas de dépotage de gasoil.</li> </ul>	

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

## **Chapitre 4 INSTALLATIONS DE PROTECTION Foudre EXISTANTES**

### **4.1 INSTALLATION EXTÉRIEURE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre**

Lors de notre visite du site, nous n'avons pas relevé la présence d'Installation Extérieure de Protection Foudre (IEPF) en toiture, en façade ou au niveau du sol.

### **4.2 INSTALLATION INTÉRIEURE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre**

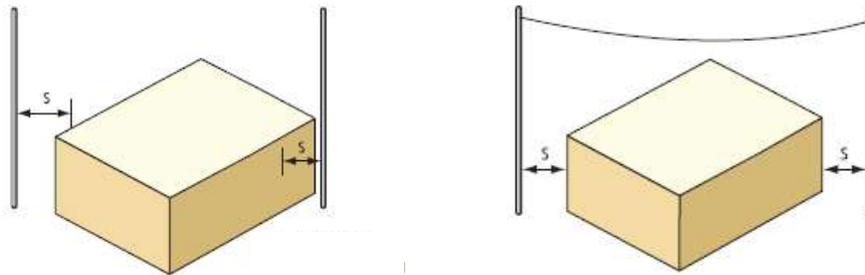
Lors de la visite du site nous n'avons pas noté la présence d'Installation Intérieure de Protection Foudre (IIPF) au niveau des armoires électriques, des MMR, des lignes de communication ou des canalisations entrantes.

## Chapitre 5 PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS

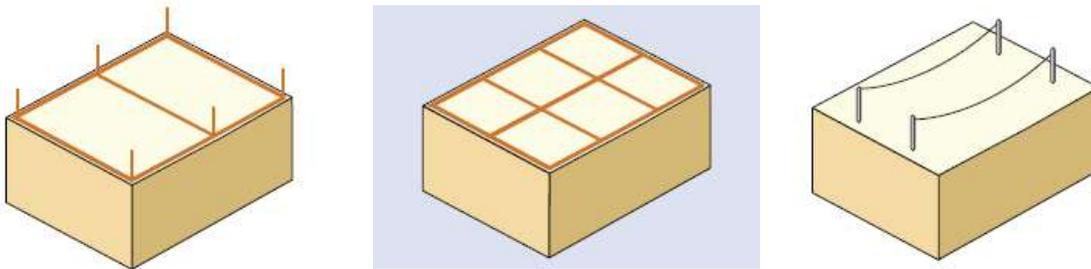
### 5.1 GÉNÉRALITÉS SUR LES IEPF

Une installation extérieure de protection contre la foudre permet de protéger une structure contre les impacts directs de la foudre ; elle peut être **isolée ou non de la structure à protéger**.

- **Installation isolée** : les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière 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 au champ électromagnétiques de foudre).



- **Installation non isolée**, les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière 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.



La probabilité de pénétration d'un coup de foudre dans la structure à protéger est considérablement réduite par la présence d'un dispositif de capture convenablement conçu.

**Un Système de Protection Foudre (SPF)** est constitué de 3 principaux éléments :

- Dispositif de capture ;
- Conducteur de descente ;
- Prise de terre.

## 5.2 LES DIFFÉRENTS TYPE D'IEPF

### 5.2.1 PROTECTION PASSIVE

La **protection par système passif** (norme NF EN 62305-3) consiste 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 :

- Fils tendus ;
- Paratonnerre à tige simple ;
- Maillage et/ou composants naturels...

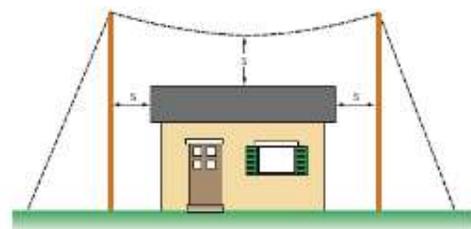
Ces composants doivent être installés aux coins, aux points exposés et sur les rebords suivant 3 méthodes :

#### 1. 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.

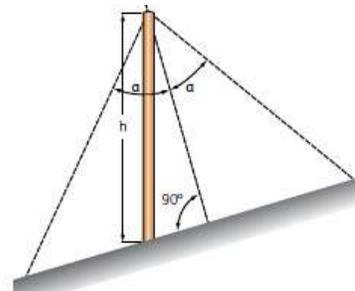
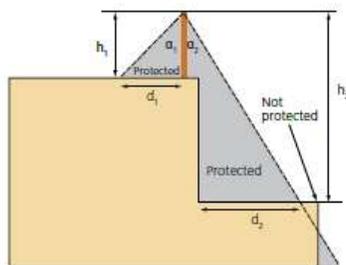
L'installation de fils tendus doit tenir compte de la tenue mécanique, de la nature de l'installation et des distances d'isolement.



#### 2. Paratonnerre à tige simple

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.



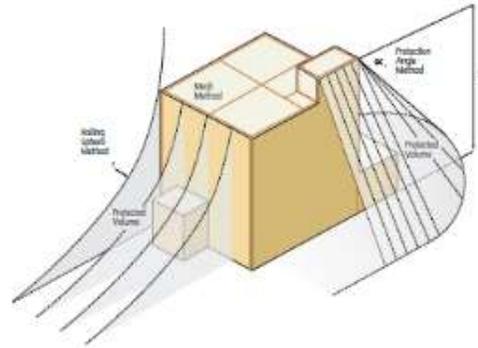
Détermination de l'angle de protection en fonction de la hauteur de la tige du paratonnerre et du niveau de protection.

### 3. 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.



### 5.2.2 PROTECTION ACTIVE

La **protection par système actif** avec mise en place de Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA) dont le rayon de couverture est amélioré par un dispositif ionisant.

La norme NF C 17-102 définit la méthode d'essai permettant d'évaluer l'avance à l'amorçage et, par voie de conséquence, le rayon de protection offert par ce type de paratonnerre.



RAYONS DE PROTECTION												
h	I			II			III			IV		
	30	45	60	30	45	60	30	45	60	30	45	60
2	19	25	31	21	28	34	25	32	39	28	36	43
4	38	51	63	43	57	69	51	65	78	57	72	86
5	48	63	79	55	71	86	63	81	97	71	89	107
6	48	63	79	55	71	87	64	81	97	72	90	107
8	49	64	80	56	72	87	65	82	98	73	91	108
10	50	64	80	57	72	88	66	83	99	75	92	109
20	50	65	80	59	74	89	71	86	102	81	97	113

Rayon de protection ( $R_p$ ) des PDA en fonction de la **hauteur** du paratonnerre (h en mètre), de l'**avance à l'amorçage** ( $\Delta t$  en  $\mu s$ ) et du **niveau de protection**.

## 5.3 TRAVAUX À RÉALISER

### 5.3.1 NIVEAU DE PROTECTION

Les niveaux de protection déterminés dans l'analyse du risque foudre sur le site sont :

	Niveau
PRODUCTION CHAUX	I
HANGAR/ATELIER	IV

### 5.3.2 CHOIX DU TYPE DE PROTECTION

Comme évoqué dans le § 5.2, différents types de protection contre les effets directs de la foudre peuvent être envisagés : fils tendus, cage mailée, paratonnerre à tige simple ou à dispositif d'amorçage, composants naturels...

Sous certaines conditions, les composants naturels en matériaux conducteurs constituant la structure du bâtiment (ex : charpente métallique, armatures en acier, IPN...) peuvent être utilisés comme une partie de l'installation de protection. Dans le cas présent, cette méthode ne peut pas être retenue pour les raisons suivantes :

- La section du circuit de terre à fond de fouille existant est inférieure à 50 mm<sup>2</sup> ;
- Absence de continuité électrique entre les différents éléments de la structure.

**Compte tenu des caractéristiques du site et des éléments ci-dessus, nous retenons le système de protection par paratonnerre à dispositif d'amorçage (PDA), issu de la norme NF C 17-102.**

En effet, nous préconisons la méthode de protection par Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage (PDA) pour les raisons suivantes :

- Une mise en œuvre aisée et simplifiée ;
- Nombre de dispositifs de capture et de conducteurs de descente diminués ;
- Travaux de terrassement moins conséquent ;
- Vérification et maintenance simplifiées ;
- Coût des travaux inférieure aux systèmes de protection foudre passifs (cages maillées, tiges simples...).

***Nota :*** Les solutions proposées dans ce rapport visent à augmenter l'immunité du site face à la foudre sans toutefois obtenir une garantie d'efficacité à 100 %.

*Cependant, la mise en œuvre des dispositions préconisées doit réduire de façon significative les dégâts susceptibles d'être causés par la foudre sur les structures et les équipements et diminuer le risque de perte de vie humaine jusqu'à la valeur fixée par la norme NF EN 62305-2.*

### 5.3.3 IEPF A METTRE EN PLACE

Les travaux à réaliser sont les suivants :

#### PRODUCTION CHAUX

##### Dispositif de capture

- Mise en place d'**1 PDA testable** (de préférence à distance) :
  - Avance à l'amorçage  $\Delta t$  : **60  $\mu s$**  ;
  - Hauteur installation : **5 m** (y compris mât à rallonge) ;
  - Niveau de protection : **I (non ICPE)** ;
  - Rayon de protection : **79 m** ;
  - Implantation : **sur le point le plus haut du four MAERZ.**

##### Circuits de descente

- Utilisation de la structure métallique comme **conducteur de descente naturel** ;
- Réalisation du circuit de descente à l'aide de conducteur normalisé, fixés tous les 33cm à l'aide de supports adaptés ;
- Mise en place, au bas de chaque conducteur de descente, d'un **joint de contrôle** permettant la mesure de la prise de terre et d'une **gaine de protection** afin de protéger le conducteur sur une hauteur de 2 mètres contre d'éventuels chocs mécaniques ;
- Mise en place, sur le circuit de descente le plus direct à la terre, d'un **compteur de coups de foudre** afin de comptabiliser le nombre réel d'impacts sur l'installation ;
- Mise en place d'une **pancarte d'avertissement** au niveau de chaque gaine de protection afin de réduire les risques de lésions dus aux tensions de contact et de pas ;
- Respect des **distances de séparation**. Si nécessaire, réalisation des **liaisons équipotentielles** en conducteur normalisé entre les conducteurs de descente et les masses métalliques à proximité (voir calcul distance de séparation « s »).

##### Prises de terre

- Réalisation de **deux prises de terre de type A** (résistance inférieure à 10  $\Omega$ ) constituées d'un ensemble de piquets reliés entre eux par un conducteur normalisé ;
- Mise en place, pour chaque prise de terre, d'un **regard de visite** afin de permettre l'isolement et la mesure de la valeur ohmique de la prise de terre paratonnerre ;
- Réalisation d'une **interconnexion** entre les prises de terre paratonnerre et le réseau de terre des masses du bâtiment en conducteur normalisé.

## HANGAR/ATELIER

### Dispositif de capture

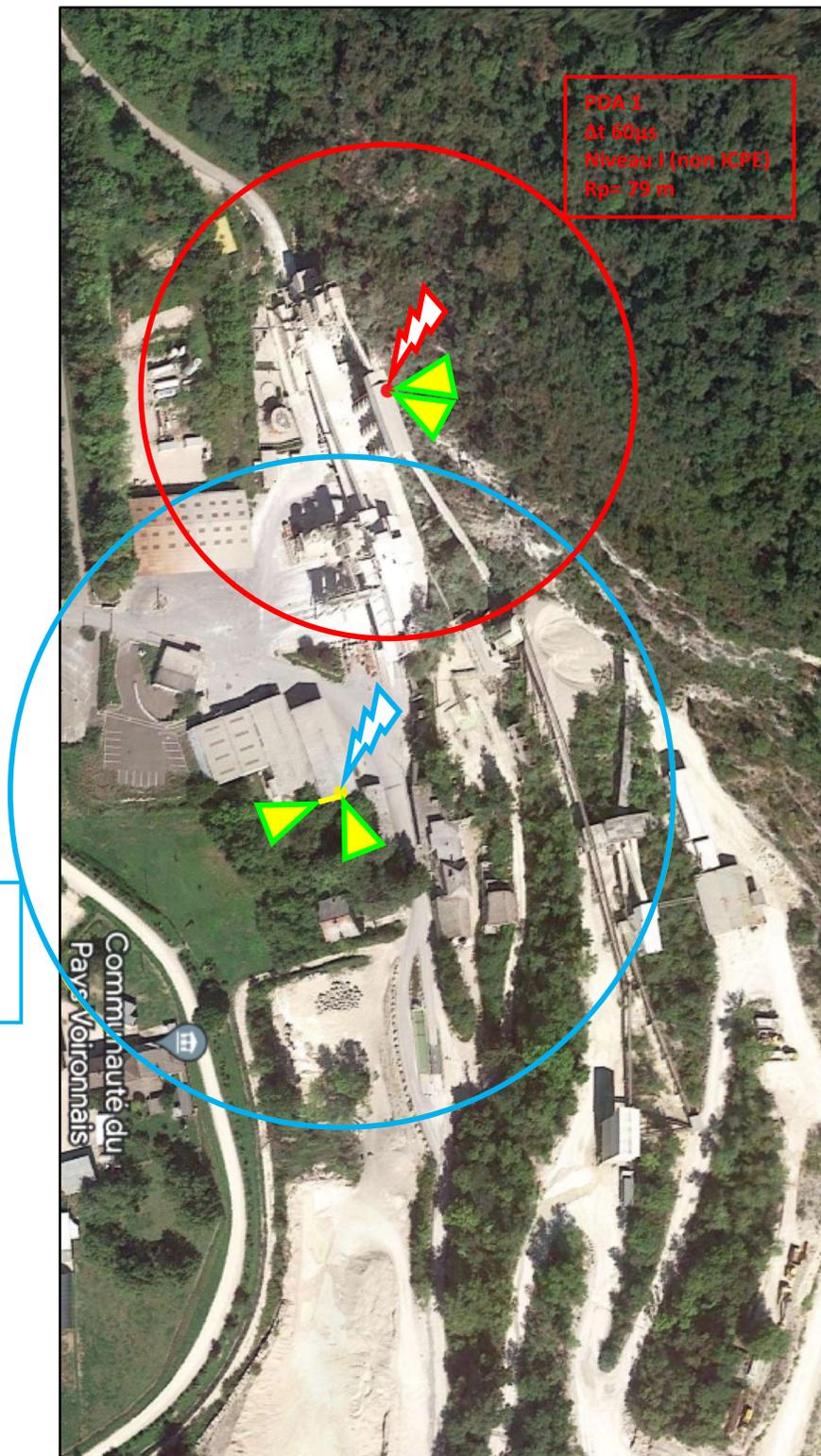
- Mise en place d'**1 PDA testable** (de préférence à distance) :
  - Avance à l'amorçage  $\Delta t$  : **60  $\mu$ s** ;
  - Hauteur installation : **5 m** (y compris mât à rallonge) ;
  - Niveau de protection : **IV (non ICPE)** ;
  - Rayon de protection : **107 m** ;
  - Implantation : **sur la toiture du hangar.**

### Circuits de descente

- Installation de **2 conducteurs de descente** conformément à la norme NF C 17-102.
- Réalisation des circuits de descente à l'aide de conducteur normalisé, fixés tous les 33cm à l'aide de supports adaptés ;
- Mise en place, au bas de chaque conducteur de descente, d'un **joint de contrôle** permettant la mesure de la prise de terre et d'une **gaine de protection** afin de protéger le conducteur sur une hauteur de 2 mètres contre d'éventuels chocs mécaniques ;
- Mise en place, sur le circuit de descente le plus direct à la terre, d'un **compteur de coups de foudre** afin de comptabiliser le nombre réel d'impacts sur l'installation ;
- Mise en place d'une **pancarte d'avertissement** au niveau de chaque gaine de protection afin de réduire les risques de lésions dus aux tensions de contact et de pas ;
- Respect des **distances de séparation**. Si nécessaire, réalisation des **liaisons équipotentielles** en conducteur normalisé entre les conducteurs de descente et les masses métalliques à proximité (voir calcul distance de séparation « s »).

### Prises de terre

- Réalisation de **deux prises de terre de type A** (résistance inférieure à 10  $\Omega$ ) constituées d'un ensemble de piquets reliés entre eux par un conducteur normalisé ;
- Mise en place, pour chaque prise de terre, d'un **regard de visite** afin de permettre l'isolement et la mesure de la valeur ohmique de la prise de terre paratonnerre ;
- Réalisation d'une **interconnexion** entre les prises de terre paratonnerre et le réseau de terre des masses du bâtiment en conducteur normalisé.



## RÈGLES D'INSTALLATION

### Conducteur de descente :

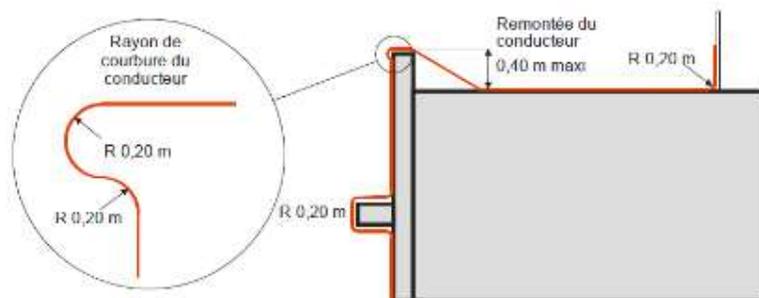
Selon la norme NFC 17-102, les PDA doivent être connectés à au moins deux conducteurs de descente. Néanmoins, la norme NFC 17-102 version 2011 nous indique que lorsque plusieurs PDA se trouvent sur le même bâtiment, les conducteurs de descente peuvent être mutualisés. Ainsi, s'il y a  $n$  PDA sur le toit, il n'est pas systématiquement nécessaire d'avoir  $2n$  conducteurs de descente mais un minimum de  $n$  conducteurs de descentes spécifiques est nécessaire.

Chacun des conducteurs de descente doit être fixé au PDA au moyen d'un système de connexion placé sur le mât. Ce dernier doit comprendre un élément d'adaptation mécanique qui garantira un contact électrique permanent.

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.



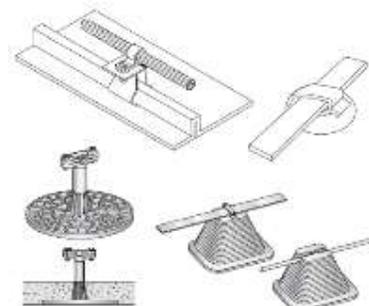
Prévoir des réservations dans les acrotères pour le passage des conducteurs si les remontées sont supérieures à 40cm.

### Fixation du conducteur de descente :

Les conducteurs de descente 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**.

**Distance de séparation :**

La distance de séparation est la distance minimale pour laquelle il n'y a pas de formation d'étincelle dangereuse entre un conducteur de descente et une masse conductrice voisine.

Ci-dessous les distances de séparation max calculées pour chaque PDA sur la descente la plus courte est de :

	PDA 1	PDA 2
Distance de séparation (air)	3 m	1,5 m
Distance de séparation (béton)	6 m	3 m

Les feuilles de calcul sont présentées en annexe 1.

Les conducteurs de descente devront être éloignés de la distance  $s$  (voir courbe en annexe 1) de toutes les masses métalliques existantes.

Dans le cas où cette contrainte ne pourrait être respectée, les masses métalliques concernées (skydomes, garde-corps, échelle à crinolines, aérothermes...) devront être reliées aux conducteurs de descente par un conducteur de même nature que celui-ci.

Les courants forts/faibles devront être blindés (caméras, éclairages, antenne hertzienne) ou protégés à l'aide de parafoudres (parafoudres BT et coaxiaux).

### Matériaux et dimensions :

Les matériaux et dimensions des conducteurs de descente devront respecter les prescriptions de la norme NF EN 62561-2.

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 <sup>2</sup>
Aluminium	Plaque pleine (épaisseur min. 3 mm)	70 mm <sup>2</sup>

### Joint de contrôle / Borne de coupure :

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 juste au-dessus de la gaine de protection.

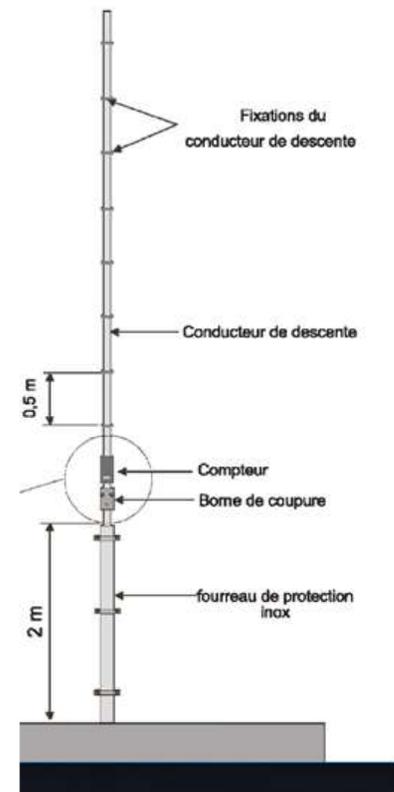
Pour les conducteurs de descente installés sur des parois métalliques ou les SPF non équipés de conducteurs de descente spécifiques, des joints de contrôle doivent être insérés entre chaque prise de terre et l'élément métallique auquel la prise de terre est connectée. Ils sont alors installés à l'intérieur d'un regard de visite (conforme à la NF EN 62561-2) comportant le symbole prise de terre.

### Compteur de coup 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 type 1 ;
- 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.**



### Prise de terre :

Compte tenu de la configuration du site (site existant, travaux de terrassement conséquent...), notre choix s'est porté sur la réalisation de prise de terre paratonnerre de type A.

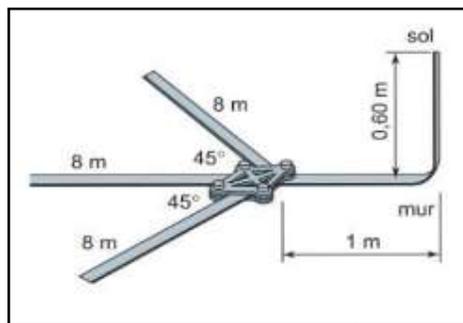
Elles devront satisfaire les exigences suivantes :

- la valeur de résistance mesurée à l'aide d'un équipement classique doit être la plus basse possible (inférieure à  $10 \Omega$ ). Cette résistance doit être mesurée au niveau de la prise de terre isolée de tout autre composant conducteur. L'installateur a donc en charge tous les éventuels travaux complémentaires nécessaires, afin d'obtenir une valeur inférieure à 10 Ohms.
- 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.

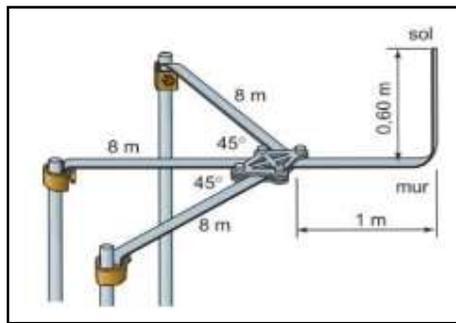
Trois configurations sont possibles pour réaliser une prise de terre type A :

#### Patte d'oie (type A1)

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,



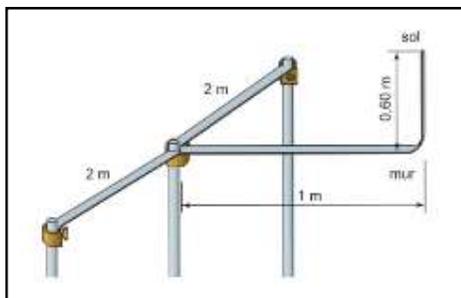
Forme « patte d'oie »



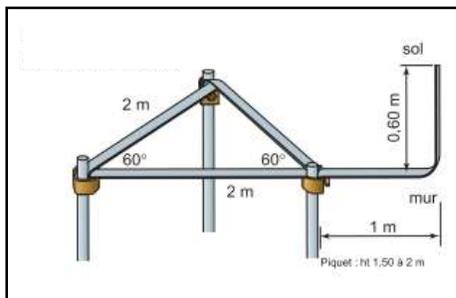
Forme « patte d'oie améliorée »

#### Prise de terre en ligne ou triangle (type A2)

La prise de terre type sera composée de plusieurs électrodes verticales d'une longueur totale minimum à 6m à une profondeur minimum de 50cm, disposée en ligne et séparées les unes des autres par une distance égale à au moins la longueur enterrée. Les électrodes seront interconnectées par un conducteur enterré identique au conducteur de descente ou aux caractéristiques compatibles avec ce dernier.



Forme « en ligne »



Forme « en triangle »

Les matériaux et dimensions des électrodes de terre devront respectés les prescriptions de la norme NF EN 62561-6. 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	
		Électrode de terre	Conducteur de terre
Cuivre	Torsadé, rond plein, plaquer pleine (épaisseur min. 2 mm)		50 mm <sup>2</sup>
	Rond plein	ø15 mm	
	Tuyau (épaisseur 2 mm)	ø20 mm	
Acier	Rond plein galvanisé	ø 16 mm	ø 10 mm
	Tube galvanisé	ø 25 mm	
Acier inoxydable	Rond plein	ø 15 mm	ø 10 mm

#### Dispositions complémentaires

Lorsque la résistivité élevée du sol empêche d'obtenir une résistance de prise de terre inférieure à 10 Ω 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 10 Ω, 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 :

- $160$  (respectivement  $100$  m)  $< L1 + 2xL2$ .

### Équipotentialités des prises de terre

Il convient de connecter les prises de terre des paratonnerres à dispositif d'amorçage au fond de fouille du bâtiment à l'aide d'un conducteur normalisé (voir NF EN 50164-2) par un dispositif déconnectable situé de préférence dans un regard de visite (ou barrette de déconnexion) comportant le symbole « *Prise de terre* ».

### Conditions 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  $\Omega$  m, la distance minimum est portée à 5 m.

### Tension de contact et de pas

Pour limiter le phénomène des tensions de pas et de contact à proximité des descentes, le maître d'œuvre doit prévoir l'une des solutions suivantes :

- L'isolation des conducteurs de descente est assurée pour 100 kV, sous une impulsion de choc 1,2/50  $\mu$ 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.

### Protection des canalisations métalliques entrantes

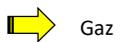
Les canalisations métalliques (gaz, cuves...) doivent être raccordées au réseau de terre du bâtiment et ceci à leurs points de pénétration et par l'intermédiaire d'un conducteur normalisé NF EN 62 305 (voir section dans le tableau ci-dessous).

Type de SPF	Matériau	Section mm <sup>2</sup>
I à IV	Cuivre	5
	Aluminium	8
	Acier	16

**Plan d'implantation des liaisons équipotentielles**



**Légende :**



Gaz

## Chapitre 6 PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS

Les niveaux de protection déterminés dans l'analyse du risque foudre sur les bâtiments du site sont :

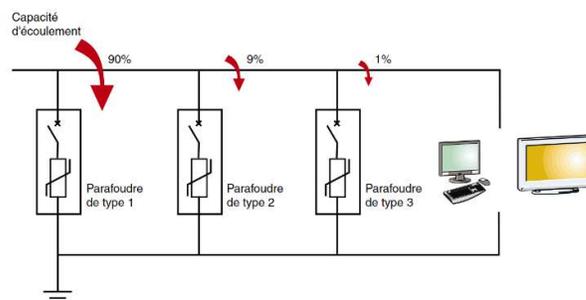
	Niveau
<b>PRODUCTION CHAUX</b>	<b>I</b>
<b>HANGAR/ATELIER</b>	<b>IV</b>
<b>HANGAR BIG BAG</b>	<b>I</b>
<b>CARRIERE</b>	<b>I</b>

### 6.1 GÉNÉRALITÉS SUR LES IIPF

La protection foudre se structure de la même façon qu'une protection disjoncteur : les parafoudres de plus forte capacité d'écoulement sont en tête d'installation et ceux qui ont des caractéristiques plus faibles sont situés dans les tableaux divisionnaires ou dans les tableaux terminaux.

Dans l'organisation de la protection foudre, on distingue donc :

- **La protection de tête** : elle est située en tête d'installation, au niveau du TGBT ou en tête des bâtiments si l'installation en comporte plusieurs.
- **La protection fine** : elle est positionnée au plus proche des récepteurs



### 6.2 LES DIFFÉRENTS TYPES DE PARAFOUDRES

Les parafoudres permettent de réaliser la protection de tête pour certains, ou la protection fine, et se classent de la façon suivante :

- **Les parafoudres de type 1** : avec une très forte capacité d'écoulement, ils sont destinés à la protection de tête des bâtiments équipés de paratonnerres.
- **Les parafoudres de type 2** : avec une forte capacité d'écoulement, ils servent pour la protection de tête en l'absence de paratonnerre.
- **Les parafoudres de type 1 + 2** : parafoudres qui satisfont aux essais de parafoudre de type 1 et de type 2.
- **Les parafoudres de type 3** : ils sont exclusivement réservés à la protection fine des récepteurs et s'installent derrière un type 1 ou un type 2.

## 6.3 PROTECTION DES COURANTS FORTS

### 6.3.1 DÉTERMINATIONS DES CARACTÉRISTIQUES DES PARAFODRES

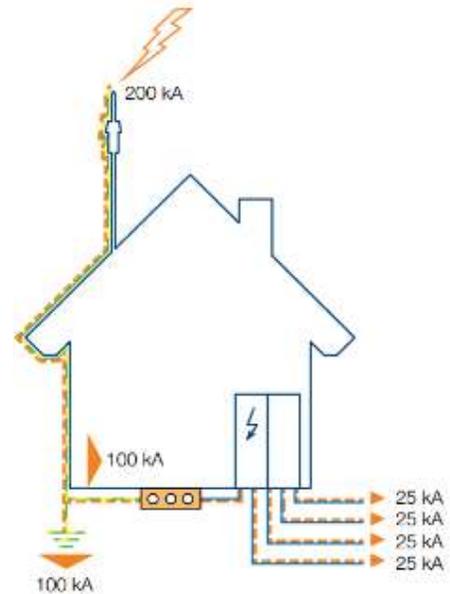
#### 6.3.1.1 PARAFODRE TYPE 1

Ces parafoudres sont obligatoires étant donné la présence d'un dispositif de capture (PDA).

Ces parafoudres doivent être soumis aux essais de classe I, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350  $\mu$ s, 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 :

Détermination du courant  $I_{imp}$  que doit pouvoir écouler le parafoudre sans destruction : le parafoudre doit pouvoir écouler au minimum 50% du courant de foudre direct en onde 10/350  $\mu$ s.

Niveau de protection	$I_{imp}$ max (kA)
I	200
II	150
III	100
IV	

Le niveau de protection calculé dans l'Analyse du Risque Foudre conduit à déterminer le courant foudre que doit pouvoir écouler le parafoudre. Ce courant est donné par la formule suivante :

$$I_{imp} = \frac{0,5}{n \times m} \times I_{imp} \text{ max}$$

Où  $m$  est le nombre de réseaux entrants incluant câbles électriques (excepté les lignes téléphoniques) et conduites métalliques et  $n$  le nombre de pôles du câble électrique concerné.

Nous retenons donc les valeurs suivantes :

**PRODUCTION CHAUX / HANGAR BIG BAG / CARRIERE**

Niveau de protection	Régime de neutre	$I_{imp\ max}$	n	m
I	IT	200	4	2

avec  $n \rightarrow TRI + N$

$m \rightarrow ALIM\ ELEC\ BT + GAZ$

**Niveau I**

$$D'o\grave{u} \quad I_{imp} = \frac{200}{2} \times \frac{1}{4 \times 2} = 12,5 \text{ kA}$$

**HANGAR/ATELIER**

Niveau de protection	Régime de neutre	$I_{imp\ max}$	n	m
IV	IT	100	4	2

avec  $n \rightarrow TRI + N$

$m \rightarrow ALIM\ ELEC\ BT + GAZ$

**Niveau IV**

$$D'o\grave{u} \quad I_{imp} = \frac{100}{2} \times \frac{1}{4 \times 2} = 6,25 \text{ kA}$$

On retrouve ainsi les résultats suivants :

**Courant de choc  $I_{imp}$  en onde 10/350  $\mu s \geq 12,5 \text{ kA}^*$**

\* Valeur minimum imposée par la norme NF EN 62 305.

**Niveau de protection  $U_p \leq 1,5 \text{ kV}^*$**

\* Valeur maximale à l'origine d'une installation.

**Organe de coupure du parafoudre :**

Un dispositif de protection tétrapolaire (calibre selon spécification constructeur) contre les courts-circuits devra être installé en amont du parafoudre (type sectionneur fusibles ou autre). Ces caractéristiques seront conformes aux recommandations du constructeur du parafoudre. Pour le TGBT, le pouvoir de coupure doit être au moins égal au courant maximal de court-circuit présumé de l'installation.

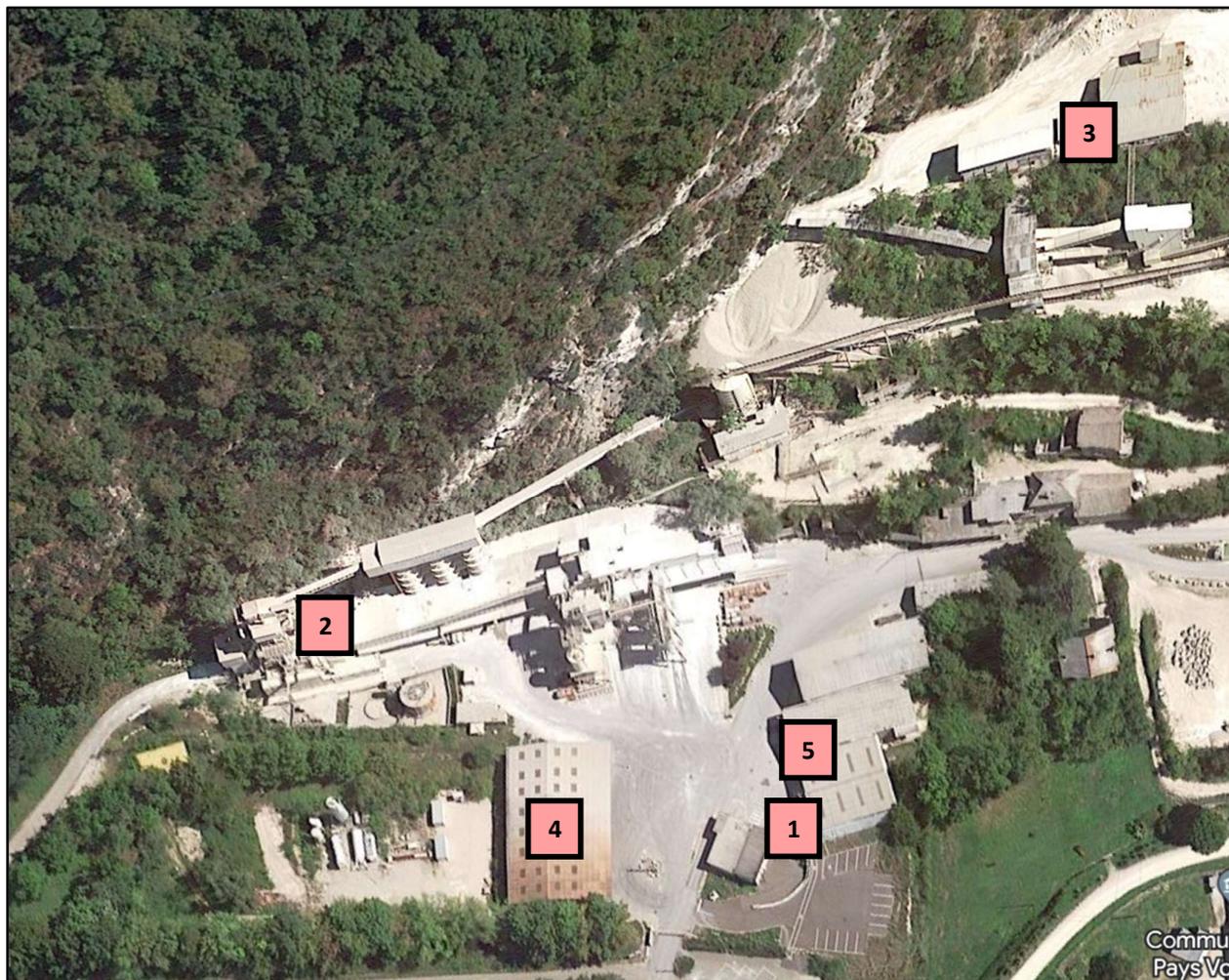
**Caractéristiques des parafoudres type 1+2 :**

Les parafoudres ont les caractéristiques suivantes selon CEI 61643-11 et guide UTE C 15-443.

- Régime de neutre : **IT** ;
- Tension maximale en régime permanent : **Uc = 440 V** ;
- Courant maximum de décharge (onde 10/350  $\mu$ s) : **I<sub>imp</sub> = 12,5 kA** ;
- Niveau de protection : **Up  $\leq$  1,5 kV** ;
- Forme onde du courant : **10/350  $\mu$ s** ;
- Signalisation de défaut en face avant ;
- Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

**Liste des parafoudres de type 1+2 à installer :**

PARAFOUDRES TYPE 1+2		
LOCALISATION		CARACTÉRISTIQUES
<b>1</b>	TGBT Poste de livraison	Régime IT I <sub>imp</sub> 12,5 kA - Up $\leq$ 1,5 kV
<b>2</b>	TGBT PRODUCTION CHAUX	Régime IT I <sub>imp</sub> 12,5 kA - Up $\leq$ 1,5 kV
<b>3</b>	TGBT CARRIERE	Régime IT I <sub>imp</sub> 12,5 kA - Up $\leq$ 1,5 kV
<b>4</b>	TD HANGAR BIG BAG	Régime IT I <sub>imp</sub> 12,5 kA - Up $\leq$ 1,5 kV
<b>5</b>	TD HANGAR/ATELIER	Régime IT I <sub>imp</sub> 12,5 kA - Up $\leq$ 1,5 kV



### 6.3.1.2 PARAFoudre TYPE 2

La protection 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 Type 2 conformément à la norme NF EN 62305-4.

#### Choix du courant nominal de décharge (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 (en onde 8/20 μs) pour les parafoudres Type 2.

Une valeur plus élevée donnera une durée de vie plus longue.

#### Évaluation du niveau d'exposition aux surtensions de foudre :

Le niveau d'exposition aux surtensions de foudre dénommé F est évalué par la formule suivante :

$$F = Nk (1,6 + 2 LBT + \delta)$$

- **Nk** (Niveau céramique local) = **16**
- **LBT** est la longueur en Km de la ligne basse tension « BT » alimentant l'installation.  
(Pour information, pour des valeurs supérieures ou égales à 0,5 km, on retiendra une valeur → **LBT = 0,5**).
- **δ** est un coefficient prenant en compte la situation de la ligne et celle du bâtiment. La valeur du coefficient retenue est donnée dans le Tableau 2 du guide UTE C 15-443 :

Situation de la ligne BT et des bâtiments	Coefficient δ
Complètement entouré de structures	0
Quelques structures à proximité ou inconnue	0,5
Terrain plat ou découvert	0,75
<b>Sur une crête, présence de plan d'eau, site montagneux</b>	<b>1</b>

Application de la formule :

$$F = 16 \times (1,6 + (2 \times 0,5) + 1)$$

$$\text{Soit : } F = 57,6$$

Le Tableau 6 du guide UTE C 15-443 permet d'optimiser le choix de (In) en fonction du paramètre F :

Estimation du risque F	In (kA)
F ≤ 40	5
<b>40 &lt; F ≤ 80</b>	<b>10</b>
F > 80	20

Conformément au guide UTE C 15-443, à Le courant nominal de décharge minimum (In) retenu pour les parafoudres Type 2 sur ce site est de **10 kA** au minimum.

### Choix du niveau de protection (Up) :

Le niveau de protection en tension (Up) est le paramètre le plus important pour caractériser le parafoudre. Il indique le niveau de surtension aux bornes du parafoudre.

Le niveau de protection en tension (Up) du parafoudre doit être coordonné à la tension de tenue aux chocs du matériel à protéger.

**Niveau de protection  $U_p \leq 1,5$  kV (sous In = 10 kA)**

\* Conformément à la norme NF C 15-100 pour des armoires secondaires.

### Organe de coupure du parafoudre :

Un dispositif de protection tétrapolaire (calibre selon spécification constructeur) contre les courts-circuits devra être installé en amont du parafoudre (type sectionneur fusibles ou autre). Ces caractéristiques seront conformes aux recommandations du constructeur du parafoudre.

### Caractéristiques des parafoudres type 2 :

Les parafoudres ont les caractéristiques suivantes selon CEI 61643-11 et guide UTE C 15-443.

- Régime de neutre : IT ;
- Tension maximale en régime permanent :  $U_c = 230$  V ;
- Intensité nominale de décharge (en onde 8/20 $\mu$ s) :  $I_n \geq 10$  kA ;
- Niveau de protection :  $U_p = 1,5$  kV ;
- Intensité maximale de décharge (en onde 8/20 $\mu$ s) :  $I_{max} \geq 20$  kA ;
- Forme onde du courant : **8/20  $\mu$ s** ;
- Signalisation de défaut en face avant ;
- Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

**NOTA** : L'installation des parafoudres de type 2 devra impérativement respecter les recommandations du guide UTE C 15-443 et respecter une homogénéité des marques afin d'assurer la coordination entre les parafoudres.

PARAFODRES TYPE 2		
LOCALISATION		CARACTÉRISTIQUES
<b>1</b>	DÉTECTION GAZ	Régime IT In 10 kA - Up ≤ 1,5 kV

**NOTA** : L'installation des parafoudres devra impérativement respecter les recommandations du guide UTE C 15-443 et respecter une homogénéité des marques afin d'assurer la coordination entre les parafoudres.



### 6.3.2 RACCORDEMENT

L'efficacité de la protection contre la foudre dépend principalement de la qualité de l'installation des parafoudres.

En cas de coup de foudre, l'impédance des câbles électriques augmente de façon importante (l'impédance du circuit croît également avec sa longueur). La loi d'ohm nous impose  $U = Zi$  et, en cas de coup de foudre,  $i$  est très grand.

Ainsi la longueur L1, L2 et L3 de la règle des «50 cm » impactent directement la tension aux bornes de l'installation pendant le coup de foudre.

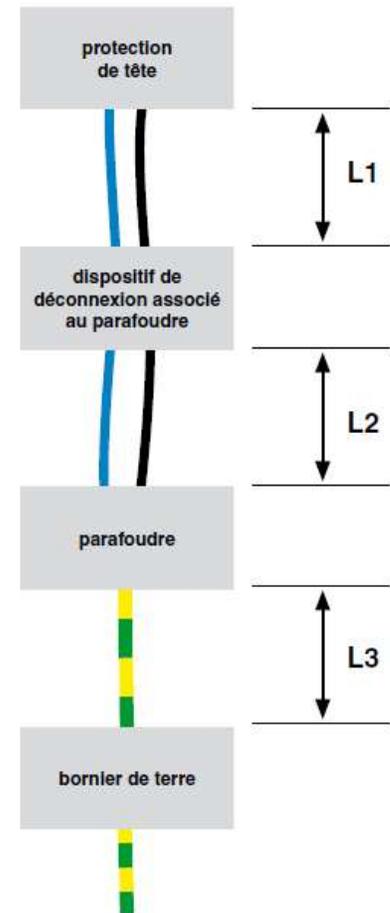
Les parafoudres seront raccordés au niveau du jeu de barres principal de l'armoire.

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)**.

La règle s'applique à la portion de circuit empruntée exclusivement par le courant de foudre. Lorsque la longueur de celle-ci est supérieure à 50 cm, la surtension transitoire devient trop importante et risque d'endommager les récepteurs.

La mise en œuvre doit être réalisée conformément au guide UTE C 15-443.



### 6.3.3 DISPOSITIF DE DÉCONNEXION

Il est prévu un dispositif de protection contre les courants de défaut et les surintensités (Fusibles HPC, disjoncteur...). Ce dispositif sera dimensionné par l'installateur (**note de calculs à l'appui**). **Afin de privilégier la continuité des installations électriques**, les dispositifs de protection des parafoudres respecteront **les règles de sélectivité et devront avoir un pouvoir de coupure supérieur à l'ICC au point de l'installation**.

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 un contact inverseur permet d'assurer le report d'alarme à distance.

L'installateur devra dimensionner le dispositif de protection en fonction du guide INERIS « *Choix et installation des déconnecteurs pour les parafoudres BT de Type 1* » et des recommandations des fabricants de parafoudres.

## 6.4 PROTECTION DES COURANTS FAIBLES

**La fibre optique n'étant pas vulnérables à la foudre, aucune protection n'est à prévoir pour les lignes de télécommunication.**

## Chapitre 7 PRÉVENTION DU PHÉNOMÈNE ORAGEUX

### 7.1 PROTECTION CONTRE LES TENSIONS 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 kΩm.

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 telles que :

- L'isolation des conducteurs de descente est assurée pour 100 kV, sous une impulsion de choc 1,2/50 μs, 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.

**Des pancartes d'avertissement interdisant l'approche à moins de 3 mètres en cas d'orage seront installées sur chaque descente.**

### 7.2 DÉTECTION D'ORAGE

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 METEORAGE ;
- Soit un système local de détection par moulin à champ.

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 mise en place de procédure spécifique de prévention à l'approche d'un orage est nécessaire afin d'informer le personnel sur les risques de foudroiement direct et indirect, c'est-à-dire :**

- **Ne pas intervenir sur les installations électriques BT ;**
- **Pas de dépotage de carburants.**

### 7.3 PROCÉDURE

Le danger est effectif lorsque l'orage est proche et, par conséquent, la sécurité des personnes en période d'orage doit être garantie.

Les personnels doivent être informés du risque consécutif soit à un foudroiement direct, soit à un foudroiement rapproché :

- Un homme en toiture représente un pôle d'attraction ;
- Lorsque le terrain est dégagé à environ 15 mètres du bâtiment ou d'un pylône d'éclairage par exemple, il y a risque de foudroiement direct ou risque de choc électrique par tension de pas ;
- Toute intervention sur un réseau électrique (même un réseau de capteurs) présente des risques importants de choc électrique par surtensions induites.

Les formations, les procédures, les instructions lors des permis de feu ou de travail doivent par conséquent informer ou rappeler ce risque.

En période d'orage proche, on ne doit pas :

- Entreprendre de tournée d'inspection ;
- Travailler en hauteur ;
- Rester dans les endroits dégagés ou à risques ;
- Travailler sur le réseau électrique.

## Chapitre 8 RÉALISATION DES TRAVAUX

L'objectif principal de l'installation du Système de Protection contre la Foudre (SPF) est de mettre en place une protection globale contre la foudre de façon à réduire le risque pour la structure protégée à un niveau fixé par l'Analyse du Risque Foudre (ARF).

Pour cela, il convient d'installer conformément aux normes les protections définies dans l'Étude Technique (ET).

Un autre objectif de l'installation est de garantir le bon fonctionnement de la protection. En effet, l'efficacité des protections contre la foudre est liée pour une partie importante à la bonne installation des produits. Ainsi, la longueur, le cheminement, et l'environnement immédiat des câbles de connexion des produits interviennent dans l'efficacité de la protection.

C'est pourquoi la norme NF C 62305-3 précise que pour être un concepteur/installateur spécialisé, il est nécessaire de connaître les normes et d'avoir plusieurs années d'expérience.

**Pour s'en assurer, l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié impose que l'installateur doit être reconnu compétent et doit être réalisée par une société spécialisée et agréée :**



**« Installation de paratonnerres et parafoudres ».**

**L'entreprise devra fournir son attestation à la remise de son offre.**

La marque  :

La marque QUALIFOUDRE identifie les sociétés compétentes dans le domaine de la foudre. Il est attribué 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 par l'arrêté du 19 juillet 2011 (JOE du 5 août 2011).

L'installation doit être conforme à l'étude technique. Il convient de mettre à jour cette dernière, lorsque l'installation impose des modifications des prescriptions.

## Chapitre 9 VÉRIFICATIONS DES INSTALLATIONS

### 9.1 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 et existence des 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 des câbles...).

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'Étude Technique.

### 9.2 VÉRIFICATION PÉRIODIQUE

L'arrêté du 4 octobre 2010 modifié stipule que l'installation de protection foudre doit être contrôlée par un organisme compétent selon la périodicité ci-dessous :

Niveau de protection	Vérification visuelle (année)	Vérification complète (année)	Vérification 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 vérification complète est suggérée tous les 6 mois. Il convient d'effectuer une vérification complète 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.

Toutes les vérifications sont réalisées conformément à la **Notice de Vérification et Maintenance**. Celle-ci n'ont pas pour objet de statuer sur la pertinence de l'analyse du risque foudre ou de l'étude technique.

Chaque vérification périodique doit faire l'objet d'un rapport détaillé reprenant l'ensemble des constatations et précisant les mesures correctives à prendre.

Tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre (modification, vérification, coup de foudre, opération de maintenance...) sont consignés dans le **Carnet de bord**. Les enregistrements des agressions de la foudre sont datés et si possible localisés sur le site.

Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts, il convient d'y remédier dans les meilleurs délais afin de maintenir l'efficacité optimale du système de protection contre la foudre.

### 9.3 VÉRIFICATION SUPPLÉMENTAIRE

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 le **Carnet de Bord** mis à disposition du vérificateur, inspecteur, etc.

### 9.4 MAINTENANCE

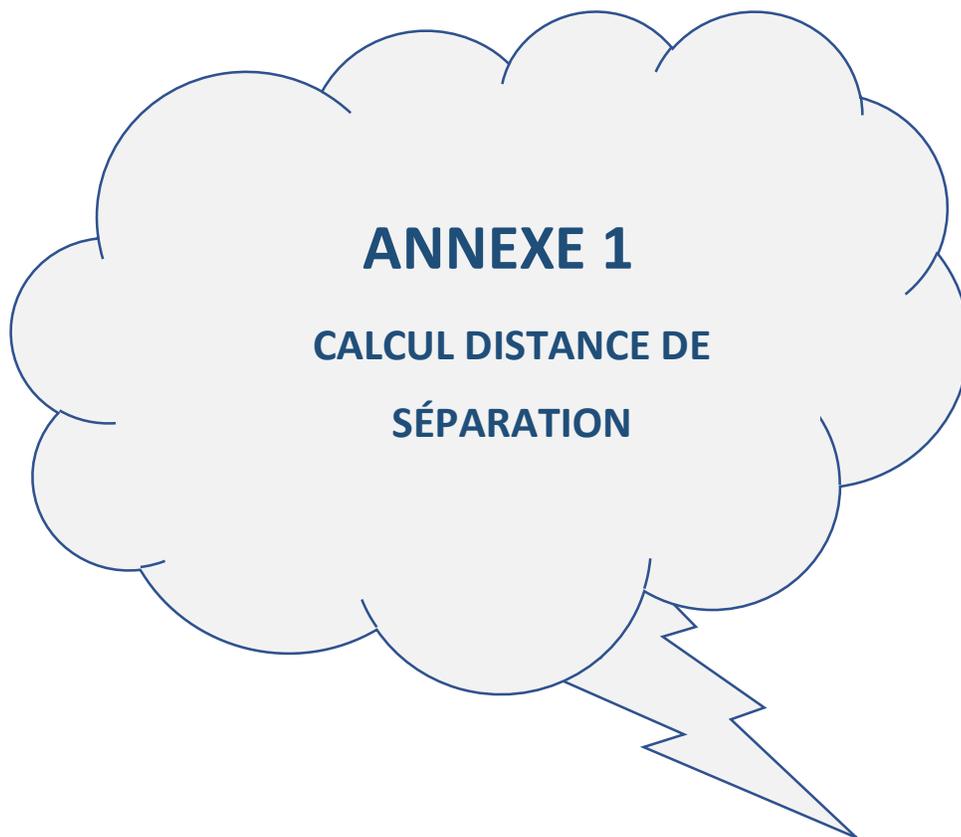
Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts dans le système de protection contre la foudre, celle-ci est réalisée dans un délai maximum d'un mois. Ces interventions seront enregistrées dans le **Carnet de Bord** Qualifoudre (rubrique → Historique de l'installation de protection foudre).

## Chapitre 10 BILAN DES TRAVAUX À RÉALISER

Le tableau ci-dessous synthétise les travaux à réaliser dans le cadre de la protection contre la foudre :

	PROTECTION EFFETS DIRECTS	PROTECTION EFFETS INDIRECTS
<b>PRODUCTION CHAUX</b>	<p><b><u>Dispositif de capture</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mise en place d'un PDA testable ;</li> <li>➤ Avance à l'amorçage (<math>\Delta t</math>) : 60 <math>\mu s</math> ;</li> <li>➤ Hauteur installation : 5 m ;</li> <li>➤ Niveau de protection : I (non ICPE) ;</li> <li>➤ Rayon de protection : 79 m.</li> </ul> <p><b><u>Circuits de descente</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Utilisation de la structure métallique comme conducteur de descente naturel ;</li> <li>➤ Mise en place d'un compteur de coups de foudre / joint de contrôle / gaine de protection / pancarte d'avertissement ;</li> <li>➤ Respect des distances de séparation.</li> </ul> <p><b><u>Prises de terre</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Création de 2 prises de terre type A ;</li> <li>➤ Mise en place de regards de visite au pieds des descentes ;</li> <li>➤ Interconnexion des PDT au réseau de terre des masses du site.</li> </ul>	<p><b><u>Parafoudres type 1+2</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ TGBT Production.</li> </ul> <p><b><u>Parafoudres type 2</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Détection gaz.</li> </ul> <p><b><u>Canalisations entrantes</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gaz ;</li> <li>➤ Cuves ;</li> <li>➤ Fours.</li> </ul>
<b>HANGAR/ATELIER</b>	<p><b><u>Dispositif de capture</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mise en place d'un PDA testable ;</li> <li>➤ Avance à l'amorçage (<math>\Delta t</math>) : 60 <math>\mu s</math> ;</li> <li>➤ Hauteur installation : 5 m ;</li> <li>➤ Niveau de protection : IV (non ICPE) ;</li> <li>➤ Rayon de protection : 107 m.</li> </ul> <p><b><u>Circuits de descente</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Création de 2 circuits de descente ;</li> <li>➤ Mise en place d'un compteur de coups de foudre / joint de contrôle / gaine de protection / pancarte d'avertissement ;</li> <li>➤ Respect des distances de séparation.</li> </ul> <p><b><u>Prises de terre</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Création de 2 prises de terre type A ;</li> <li>➤ Mise en place de regards de visite au pieds des descentes ;</li> <li>➤ Interconnexion des PDT au réseau de terre des masses du site.</li> </ul>	<p><b><u>Parafoudres type 1+2</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ TD Atelier.</li> </ul> <p><b><u>Canalisations entrantes</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gaz.</li> </ul>

<b>CARRIERE</b>	➤ Aucune protection nécessaire.	<b><u>Parafoudres type 1+2</u></b> ➤ TGBT Carrière.
<b>HANGAR BIG BAG</b>	➤ Aucune protection nécessaire.	<b><u>Parafoudres type 1+2</u></b> ➤ TD Hangar.
<b>Poste de livraison</b>	➤ Aucune protection nécessaire.	<b><u>Parafoudres type 1+2</u></b> ➤ TGBT.



**Distance de séparation :**

La distance de séparation est la distance minimale pour laquelle il n'y a pas de formation d'étincelle dangereuse entre un conducteur de descente et une masse conductrice voisine.

Conformément à la norme NF EN 62-305, l'équation générale pour le calcul de « s » est la suivante :

$$s = \frac{k_i}{k_m} \times k_c \times l$$

- $k_i$  dépend du niveau de protection choisi. La valeur de  $k_i$  retenue est donnée dans le Tableau 10 de la norme NF EN 62-305 :

Niveau de protection	$k_i$
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	

- $k_m$  dépend du matériau d'isolation électrique. La valeur de  $k_m$  retenue est donnée dans le Tableau 11 de la norme NF EN 62-305 :

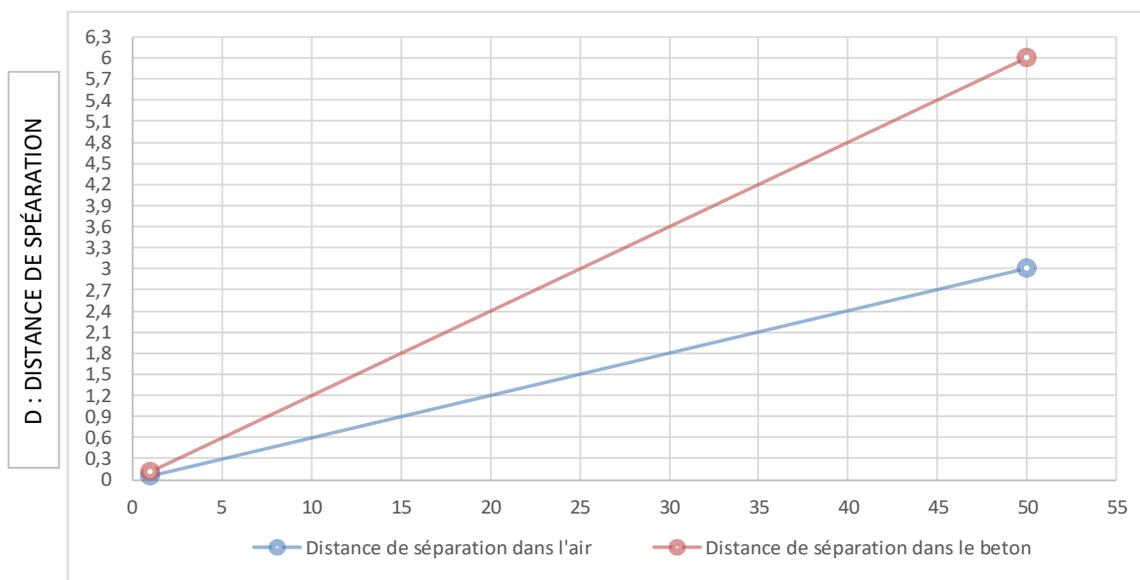
Matériau	$k_m$
Air	1
Béton, briques	0,5

- $k_c$  dépend du courant de foudre qui s'écoule dans les conducteurs de descente et de terre. La valeur de  $k_c$  retenue est donnée dans le Tableau 12 de la norme NF EN 62-305 :

Nombre de conducteurs de descente n	$k_c$
1	1
2	0,75
3	0,60
4 et plus	0,41

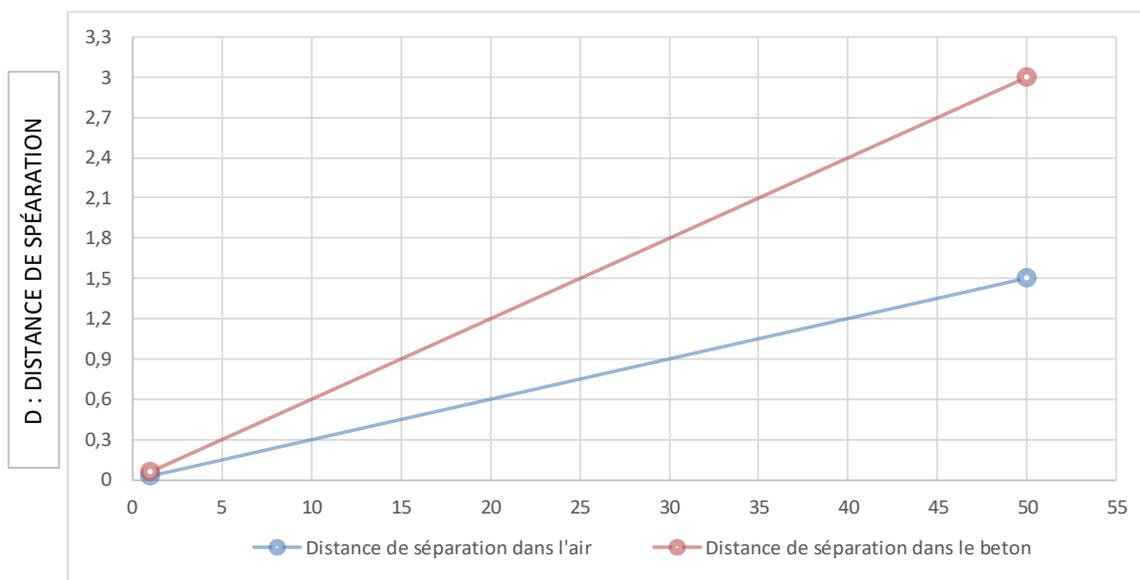
- $l$  est la longueur, en mètres, le long des dispositifs de capture et des conducteurs de descente entre le point où la distance de séparation est prise en considération et le point de la liaison équipotentielle la plus proche.

CALCUL DISTANCE SÉPARATION PDA 1																			
Dénomination	coef	valeurs à encoder																	
<b>Coefficient <math>k_i</math></b>																			
dépend du type de SPF choisi: coefficient d'induction	$k_i =$	0,08																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Niveau de protection</th> <th><math>k_i</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>0,08</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>III et IV</td> <td>0,04</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau de protection	$k_i$	I	0,08	II	0,06	III et IV	0,04											
Niveau de protection	$k_i$																		
I	0,08																		
II	0,06																		
III et IV	0,04																		
<b>Coefficient <math>k_c</math></b>																			
Calcul de $k_c$ si terre type A	$k_c =$	0,75																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de conducteurs de descente <math>n</math></th> <th colspan="2"><math>k_c</math></th> </tr> <tr> <th>Disposition de terre de type A1 ou A2</th> <th>Disposition de terre de type B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,75 <sup>a)</sup></td> <td>1... 0,5 <sup>a)</sup></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,60 <sup>b,c)</sup></td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) <sup>a,b)</sup></td> </tr> <tr> <td>4 et plus</td> <td>0,41 <sup>b,c)</sup></td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) <sup>a,b)</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>a) Voir l'Annexe E b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et <math>k_c</math> est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées. c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris <math>k_c = 1</math>.</p> <p>NOTE D'autres valeurs de <math>k_c</math> peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.</p>	Nombre de conducteurs de descente $n$	$k_c$		Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B	1	1	1	2	0,75 <sup>a)</sup>	1... 0,5 <sup>a)</sup>	3	0,60 <sup>b,c)</sup>	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) <sup>a,b)</sup>	4 et plus	0,41 <sup>b,c)</sup>	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) <sup>a,b)</sup>		
Nombre de conducteurs de descente $n$		$k_c$																	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B																	
1	1	1																	
2	0,75 <sup>a)</sup>	1... 0,5 <sup>a)</sup>																	
3	0,60 <sup>b,c)</sup>	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) <sup>a,b)</sup>																	
4 et plus	0,41 <sup>b,c)</sup>	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) <sup>a,b)</sup>																	
<b>Coefficient <math>k_m</math></b>																			
Dépend du matériau de séparation: coefficient lié au matériau																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Matériau</th> <th><math>k_m</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Air</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Béton, briques</td> <td>0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Matériau	$k_m$	Air	1	Béton, briques	0,5													
Matériau	$k_m$																		
Air	1																		
Béton, briques	0,5																		
<b>Coefficient <math>l</math></b>																			
Distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie la ceinture équipotentielle la plus proche.	$l =$	50																	
<b>Calcul de <math>s</math></b>																			
	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$																		
Distance maximale (en mètre) à respecter dans l' <b>AIR</b>	$s =$	3,000																	
Distance maximale (en mètre) à respecter dans le <b>BÉTON</b>	$s =$	6,000																	



L : LONGUEUR DU PARATONNERRE À LA PRISE DE TERRE

<b>CALCUL DISTANCE SÉPARATION PDA 2</b>																			
Dénomination	coef	valeurs à encoder																	
<b>Coefficient <math>k_i</math></b>																			
dépend du type de SPF choisi: coefficient d'induction	$k_i =$	0,04																	
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Niveau de protection</th> <th><math>k_i</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>0,08</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>III et IV</td> <td>0,04</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau de protection	$k_i$	I	0,08	II	0,06	III et IV	0,04											
Niveau de protection	$k_i$																		
I	0,08																		
II	0,06																		
III et IV	0,04																		
<b>Coefficient <math>k_c</math></b>																			
Calcul de $k_c$ si terre type A	$k_c =$	0,75																	
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de conducteurs de descente <math>n</math></th> <th colspan="2"><math>k_c</math></th> </tr> <tr> <th>Disposition de terre de type A1 ou A2</th> <th>Disposition de terre de type B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,75 <sup>a)</sup></td> <td>1... 0,5 <sup>a)</sup></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,60 <sup>b,c)</sup></td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) <sup>a,b)</sup></td> </tr> <tr> <td>4 et plus</td> <td>0,41 <sup>b,c)</sup></td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) <sup>a,b)</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">a) Voir l'Annexe E b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et <math>k_c</math> est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées. c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris <math>k_c = 1</math>.</p> <p style="font-size: x-small;">NOTE D'autres valeurs de <math>k_c</math> peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.</p>	Nombre de conducteurs de descente $n$	$k_c$		Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B	1	1	1	2	0,75 <sup>a)</sup>	1... 0,5 <sup>a)</sup>	3	0,60 <sup>b,c)</sup>	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) <sup>a,b)</sup>	4 et plus	0,41 <sup>b,c)</sup>	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) <sup>a,b)</sup>		
Nombre de conducteurs de descente $n$		$k_c$																	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B																	
1	1	1																	
2	0,75 <sup>a)</sup>	1... 0,5 <sup>a)</sup>																	
3	0,60 <sup>b,c)</sup>	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) <sup>a,b)</sup>																	
4 et plus	0,41 <sup>b,c)</sup>	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) <sup>a,b)</sup>																	
<b>Coefficient <math>k_m</math></b>																			
Dépend du matériau de séparation: coefficient lié au matériau																			
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Matériau</th> <th><math>k_m</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Air</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Béton, briques</td> <td>0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Matériau	$k_m$	Air	1	Béton, briques	0,5													
Matériau	$k_m$																		
Air	1																		
Béton, briques	0,5																		
<b>Coefficient <math>l</math></b>																			
Distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie et la ceinture équipotentielle la plus proche.	$l =$	50																	
<b>Calcul de <math>s</math></b>																			
	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$																		
Distance maximale (en mètre) à respecter dans l' <b>AIR</b>	$s =$	1,500																	
Distance maximale (en mètre) à respecter dans le <b>BÉTON</b>	$s =$	3,000																	



**L : LONGUEUR DU PARATONNERRE À LA PRISE DE TERRE**



## NOTICE DE VÉRIFICATION & MAINTENANCE



<b>Adresse du site :</b>		<b>LHOIST</b> Chemin de Balthazard 38500 LA BUISSE	
<b>Date de l'intervention :</b>		23/05/2023	
<b>Rédigé par :</b> 16/06/2023		Zakari YAHIAOUI Chargé d'études Qualifoudre N1 04 28 29 64 58 <a href="mailto:z.yahiaoui@1g-group.com">z.yahiaoui@1g-group.com</a>	
<b>Validé par :</b> 19/06/2023		Abdallah OUBAH Responsable d'Affaires Qualifoudre N3 – n°19004 07 69 38 34 57 <a href="mailto:a.oubah@1g-group.com">a.oubah@1g-group.com</a>	

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
21/06/2023	A	Première diffusion

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.  
Le seul rapport faisant foi est le rapport envoyé par **1G FOUORE**.

## Chapitre 1 ORDRE DES VÉRIFICATIONS

### 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 et NF C 17102 ;
- 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 contrôlés 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.

### **Remarques :**

Si la valeur de la résistance globale de la prise de terre excède  $10 \Omega$ , 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  $10 \Omega$  n'est pas applicable dans ce cas.

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.

## Chapitre 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 1** : 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 ce cas, l'arrêté du 19 juillet 2011 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

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 ;
- Reprise des fixations 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.

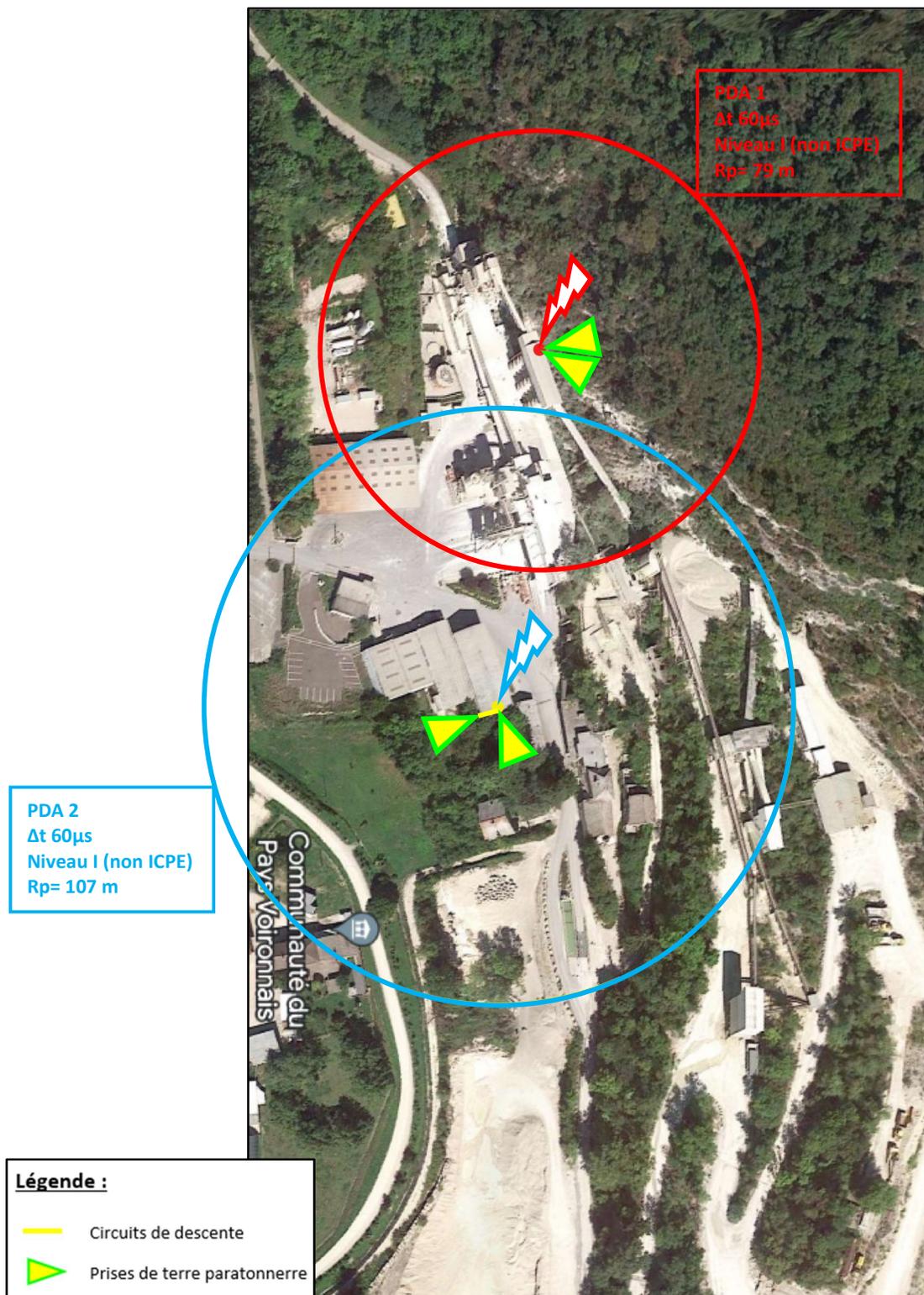
Ces enregistrements fournissent des moyens d'évaluation des composants et de l'installation du SPF.

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.

## Chapitre 3 DESCRIPTION DES SPF MIS EN PLACE

### 3.1 INSTALLATIONS EXTÉRIEURES DE PROTECTION Foudre (IEPF)

#### 3.1.1 Plan d'implantation

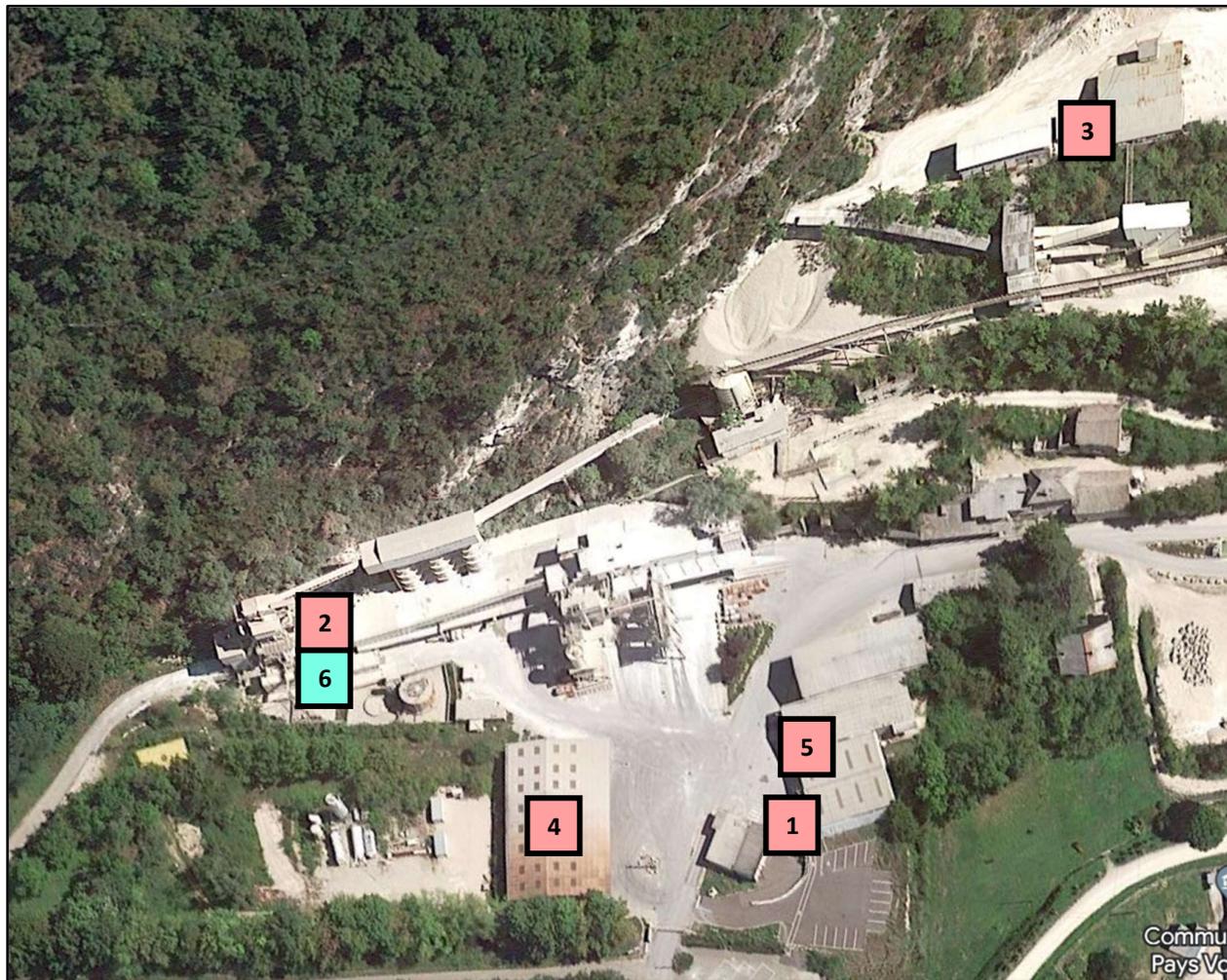


### 3.1.2 Caractéristiques des dispositifs de capture

	Avance à l'amorçage $\Delta t$	Hauteur d'installation	Niveau de protection	Rayon de protection	Distance de séparation
PDA 1	60 $\mu$ s	5 m	I (non ICPE)	79 m	3 m
PDA 2	60 $\mu$ s	5 m	IV (non ICPE)	107 m	1,5 m

## 3.2 INSTALLATIONS INTÉRIEURES DE PROTECTION Foudre (IIPF)

### 3.2.1 Plan d'implantation des parafoudres



### 3.2.2 Caractéristiques des parafoudres à vérifier

PARAFONDRES TYPE 1+2				
Localisation		I <sub>imp</sub> (kA)	U <sub>p</sub> (kV)	Dispositif de coupure
1	TGBT Poste de livraison	12,5	1,5	-
2	TGBT PRODUCTION CHAUX	12,5	1,5	-
3	TGBT CARRIERE	12,5	1,5	-
4	TD HANGAR BIG BAG	12,5	1,5	-
5	TD HANGAR/ATELIER	12,5	1,5	-

PARAFONDRES TYPE 2				
Localisation		U <sub>p</sub> (kV)	I <sub>n</sub> (kA)	Dispositif de coupure
6	Détection gaz	1,5	10	-

### 3.2.3 Mise à la terre des canalisations entrantes



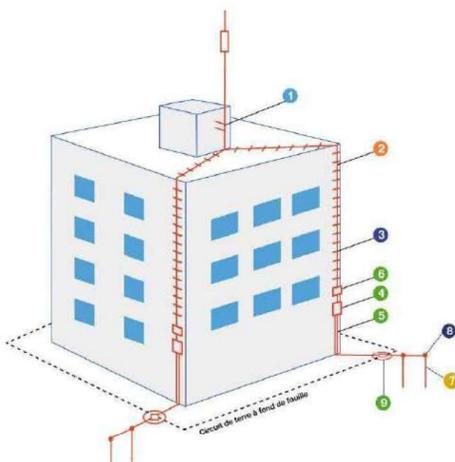
**Légende :**



## Chapitre 4 NOTICE DE VÉRIFICATION

### 4.1 NOTICES DE VÉRIFICATION DES PDA

FICHE CONTROLE PDA	
Numéro du PDA : .....	
<b>BATIMENT PROTEGE :</b> <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 300px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span>	
	
CARACTERISTIQUES PDA	
Modèle : .....	
Marque : .....	
Hauteur du mât : .....	
Avance à l'amorçage: .....	
<b>Testable à distance :</b> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	<b>Résultat du test de la tête :</b> Positif <input type="checkbox"/> Négatif <input type="checkbox"/>
Nombre de conducteur de descente : .....	
<b>Niveau de protection :</b> <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV	
Rayon de protection : ..... (m)	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>INSPECTION VISUELLE :</b>	
<b>1- Etat des composants du dispositif de capture :</b>	
Etat visuel d'ensemble :	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non-conforme    .....
Etat des composants :	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non-conforme    .....
Etat du mât du paratonnerre :	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non-conforme    .....
Etat des ancrages :	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non-conforme    .....
Etat des connexions :	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non-conforme    .....
<b>2- Nature et composition des conducteurs de descentes :</b>	
Type et matériau :	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non-conforme    .....
Présence de joints de contrôle:	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non-conforme    .....
Cheminement du conducteur de descente:	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non-conforme    .....
Raccordement au dispositif de capture :	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non-conforme    .....
Continuité des conducteurs de descente :	<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Non-conforme    .....



Cercles de terre à l'extérieur de l'ouvrage



**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 :**

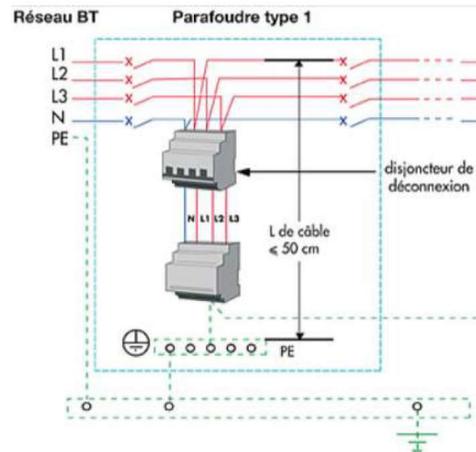
.....  
.....

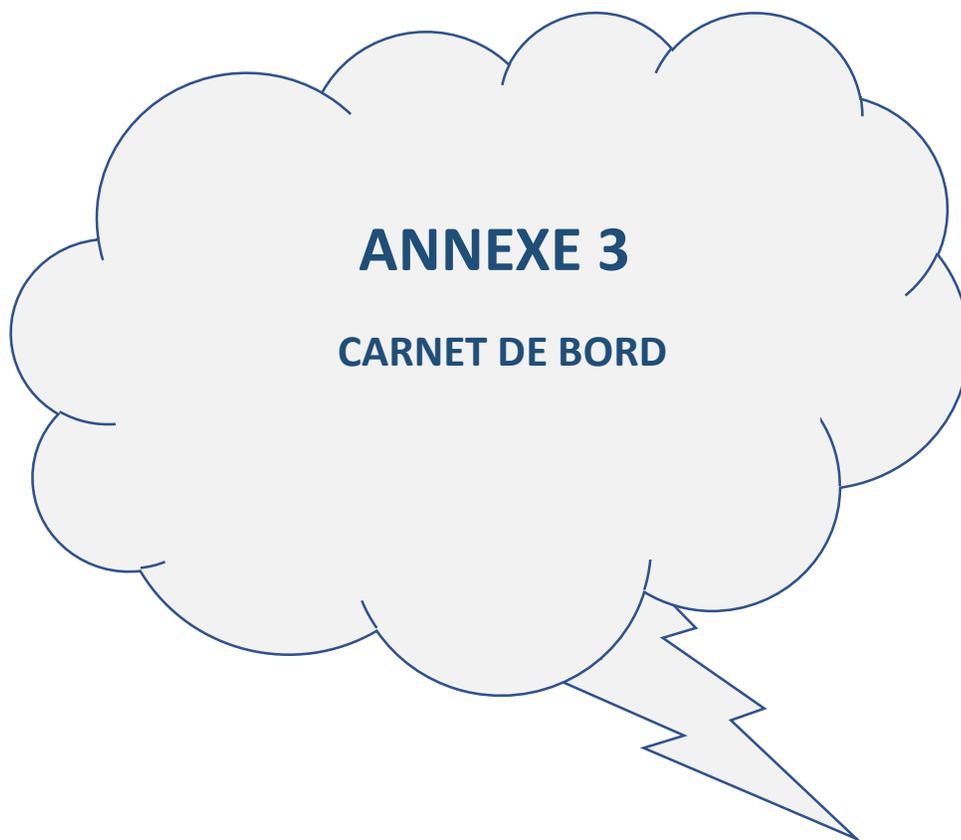
**ACTIONS CORRECTIVES :**

.....  
.....

## 4.2 NOTICE DE VÉRIFICATION DES PARAFOUDRES

FICHE CONTROLE PARAFOUDRE	
Nom de l'armoire : .....	Photos : .....
<b>EQUIPEMENTS PROTEGES :</b>	
	
CARACTERISTIQUES PARAFOUDRES	
Régime de Neutre : .....	
Marque : .....	
<input type="checkbox"/> Tétra <input type="checkbox"/> Tri <input type="checkbox"/> Mono	
<input type="checkbox"/> Type 1 <input type="checkbox"/> Type 3 <input type="checkbox"/> Type 2	
Up : .....kV	
Uc : .....V	
<b>Pour type 1 :</b> $I_{imp}$ : .....kA	
<b>Pour type 2 ou 3 :</b> $I_n$ : .....kA $I_{max}$ : .....kA	
<b>INSPECTION VISUELLE :</b>	
➤ 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    .....
<b>RESULTAT DE LA VERIFICATION :</b>	
<b>ACTIONS CORRECTIVES :</b>	





## Chapitre 5 CARNET DE BORD

# INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

## CARNET DE BORD

**Raison sociale :** LHOIST

**Adresse de l'Établissement :** Chemin de Balthazard  
38500 LA BUISSE

### 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'ÉTABLISSEMENT**

Nature de l'activité :

.....

N° de classification INSEE :

.....

Classement de l'Établissement : { À la date du .....Type :.....Catégorie :.....  
À la date du .....Type :.....Catégorie :.....  
À la date du .....Type :.....Catégorie :.....

Pouvoirs publics exerçant le contrôle de l'établissement :

Inspection du travail : .....  
.....  
.....

Commission de sécurité : .....  
.....  
.....

DRIEE (Ile de France) .....  
ou DREAL (hors Ile de France) .....  
.....



## HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION Foudre

### 1 - ANALYSE DU RISQUE Foudre

DATE	INTITULÉ DU RAPPORT	SOCIÉTÉ	RÉDACTEUR
16/06/2023	1GF1566	1G Foudre	Z. YAHIAOUI

### 2- ÉTUDE TECHNIQUE Foudre

DATE	INTITULÉ DU RAPPORT	SOCIÉTÉ	RÉDACTEUR
16/06/2023	1GF1567	1G Foudre	Z. YAHIAOUI

### 3 – TRAVAUX RÉALISÉS

DATE	INTITULÉ DU RAPPORT	SOCIÉTÉ	RÉDACTEUR



## **Annexe 5. Rapport Flumilog – PhD 9 et 12**

Cette annexe contient 10 pages.

# FLUMilog

Interface graphique v.5.4.0.5

Outil de calculV5.52

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	AMAR
Société :	BURGEAP
Nom du Projet :	batiment_biomasse
Cellule :	CELLULE STOCKAGE BIOMASSE
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	20/06/2022 à 14:22:26 avec l'interface graphique v. 5.4.0.5
Date de création du fichier de résultats :	20/6/22

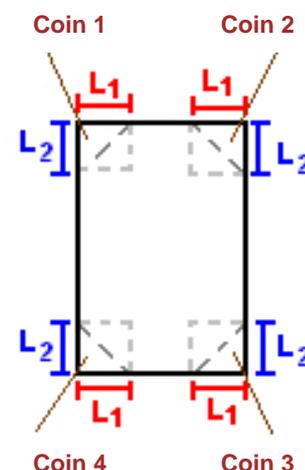
# I. DONNEES D'ENTREE :

## Donnée Cible

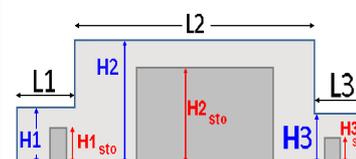
Hauteur de la cible : **1.8 m**

## Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule n°1				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>52.3</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>6.3</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>8.8</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>	
		L2 (m)	<b>0.0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>	
		L2 (m)	<b>0.0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>	
		L2 (m)	<b>0.0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>	
		L2 (m)	<b>0.0</b>	



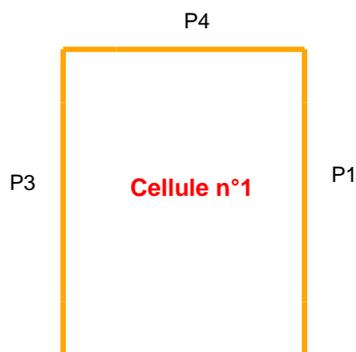
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
H (m)	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
H sto (m)	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>



## Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>15</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>15</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallique simple peau</b>
Nombre d'exutoires	<b>1</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3.0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2.0</b>

**Parois de la cellule : Cellule n°1**



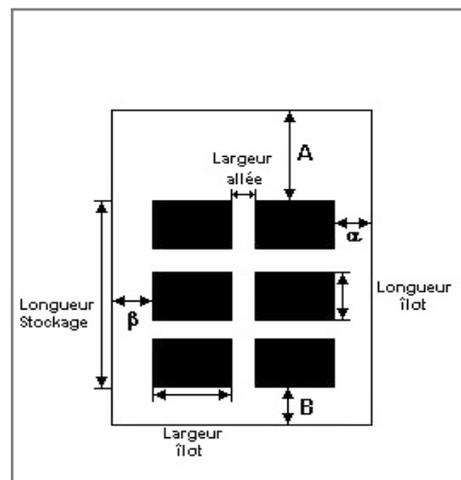
	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
<b>Composantes de la Paroi</b>	<b>Multicomposante</b>	<b>Multicomposante</b>	<b>Multicomposante</b>	<b>Multicomposante</b>
<b>Structure Support</b>	<b>Poteau Acier</b>	<b>Poteau Acier</b>	<b>Poteau Acier</b>	<b>Poteau Acier</b>
<b>Nombre de Portes de quais</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Largeur des portes (m)</b>	<b>0.9</b>	<b>6.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Hauteur des portes (m)</b>	<b>2.0</b>	<b>8.8</b>	<b>4.0</b>	<b>0.0</b>
	<i>Partie en haut à gauche</i>			
<b>Matériau</b>	<b>bardage simple peau</b>	<b>bardage simple peau</b>	<b>bardage simple peau</b>	<b>bardage simple peau</b>
<b>R(i) : Résistance Structure(min)</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
<b>E(i) : Etanchéité aux gaz (min)</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
<b>I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
<b>Y(i) : Résistance des Fixations (min)</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
<b>Largeur (m)</b>	<b>52.0</b>	<b>6.3</b>	<b>52.0</b>	<b>6.3</b>
<b>Hauteur (m)</b>	<b>4.3</b>	<b>4.3</b>	<b>4.3</b>	<b>4.3</b>
	<i>Partie en haut à droite</i>			
<b>Matériau</b>	<b>bardage simple peau</b>	<b>bardage simple peau</b>	<b>bardage simple peau</b>	<b>bardage simple peau</b>
<b>R(i) : Résistance Structure(min)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>E(i) : Etanchéité aux gaz (min)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Y(i) : Résistance des Fixations (min)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Largeur (m)</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>
<b>Hauteur (m)</b>	<b>4.4</b>	<b>4.4</b>	<b>4.4</b>	<b>4.4</b>
	<i>Partie en bas à gauche</i>			
<b>Matériau</b>	<b>Beton Arme/Cellulaire</b>	<b>Beton Arme/Cellulaire</b>	<b>Beton Arme/Cellulaire</b>	<b>Beton Arme/Cellulaire</b>
<b>R(i) : Résistance Structure(min)</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
<b>E(i) : Etanchéité aux gaz (min)</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>
<b>I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>
<b>Y(i) : Résistance des Fixations (min)</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>
<b>Largeur (m)</b>	<b>52.0</b>	<b>6.3</b>	<b>52.0</b>	<b>6.3</b>
<b>Hauteur (m)</b>	<b>4.5</b>	<b>4.5</b>	<b>4.5</b>	<b>4.5</b>
	<i>Partie en bas à droite</i>			
<b>Matériau</b>	<b>bardage simple peau</b>	<b>bardage simple peau</b>	<b>bardage simple peau</b>	<b>bardage simple peau</b>
<b>R(i) : Résistance Structure(min)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>E(i) : Etanchéité aux gaz (min)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Y(i) : Résistance des Fixations (min)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Largeur (m)</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>
<b>Hauteur (m)</b>	<b>4.4</b>	<b>4.4</b>	<b>4.4</b>	<b>4.4</b>

## Stockage de la cellule : Cellule n°1

Mode de stockage **Masse**

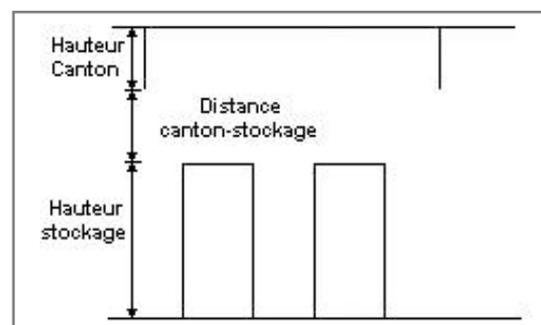
### Dimensions

Longueur de préparation A	<b>4.0</b> m
Longueur de préparation B	<b>18.0</b> m
Déport latéral a	<b>0.0</b> m
Déport latéral b	<b>0.0</b> m
Hauteur du canton	<b>0.0</b> m



### Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	<b>1</b>
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	<b>1</b>
Largeur des îlots	<b>6.3</b> m
Longueur des îlots	<b>30.3</b> m
Hauteur des îlots	<b>4.0</b> m
Largeur des allées entre îlots	<b>0.0</b> m



## Palette type de la cellule Cellule n°1

### Dimensions Palette

Longueur de la palette :	<b>1.2</b> m
Largeur de la palette :	<b>0.8</b> m
Hauteur de la palette :	<b>1.8</b> m
Volume de la palette :	<b>1.7</b> m <sup>3</sup>
Nom de la palette :	<b>boisA</b>

Poids total de la palette : **840.0** kg

### Composition de la Palette (Masse en kg)

Bois	Eau	NC	NC	NC	NC	NC
714.0	126.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

### Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	<b>156.0</b> min
Puissance dégagée par la palette :	<b>326.5</b> kW

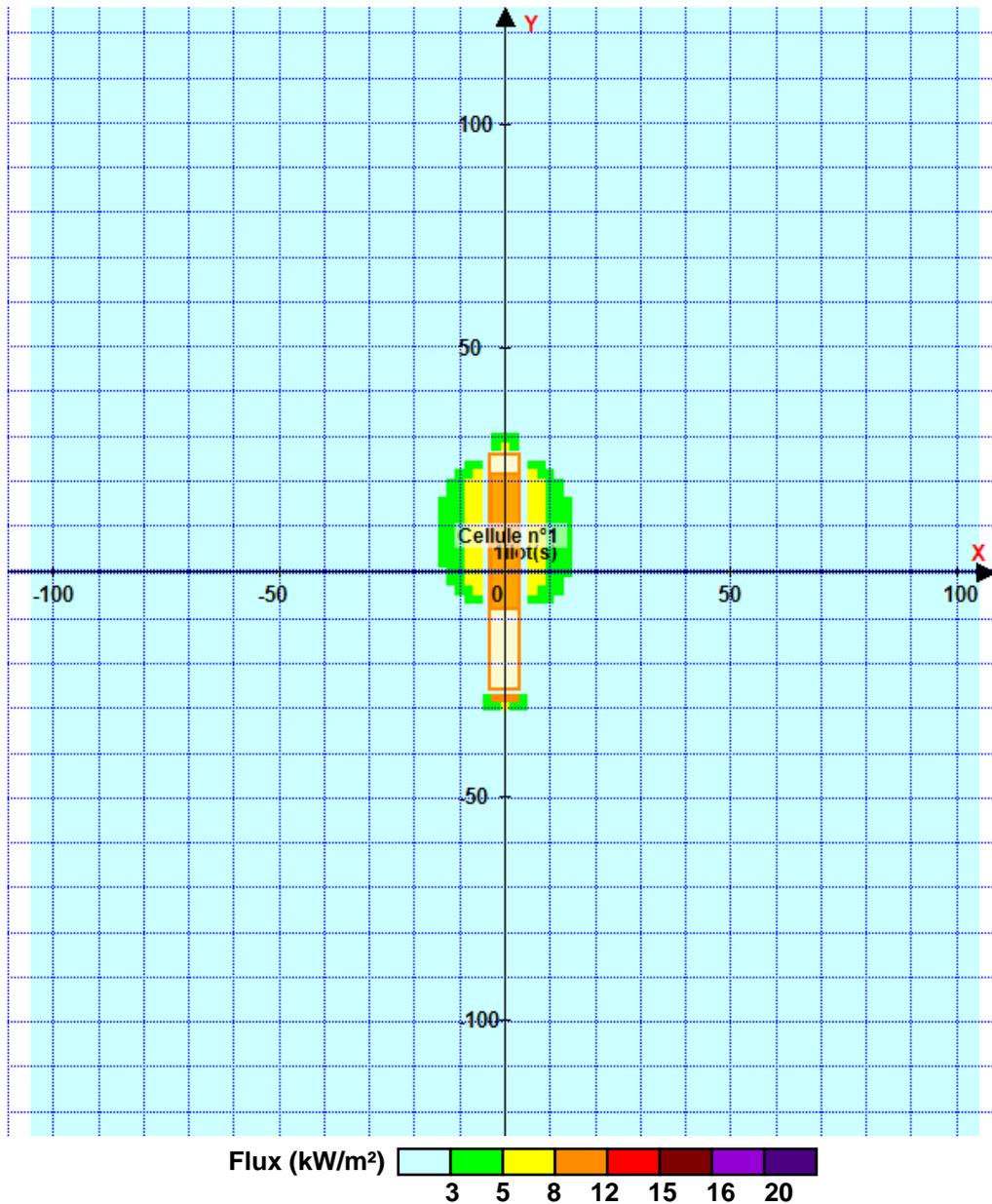


## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule n°1**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **229.0** min

### Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

# FLUMilog

Interface graphique v.5.5.0.0

Outil de calculV5.52

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	palettes_1651758882
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	05/05/2022 à 15:53:48 avec l'interface graphique v. 5.5.0.0
Date de création du fichier de résultats :	5/5/22

## I. DONNEES D'ENTREE :

### Donnée Cible

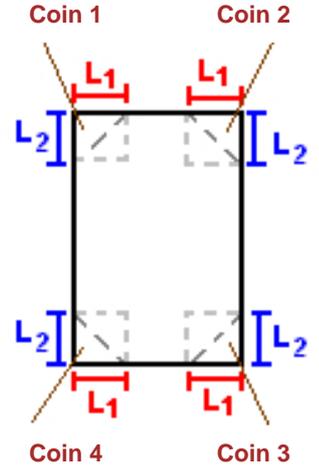
Hauteur de la cible : **1.8** m

### Stockage à l'air libre

**Oui**

### Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule n°1			
Longueur maximum de la zone de stockage(m)	<b>12.0</b>		
Largeur maximum de la zone de stockage (m)	<b>10.0</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>
		L2 (m)	<b>0.0</b>
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>
		L2 (m)	<b>0.0</b>
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>
		L2 (m)	<b>0.0</b>
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>
		L2 (m)	<b>0.0</b>



## Stockage de la cellule : Cellule n°1

Mode de stockage

Masse

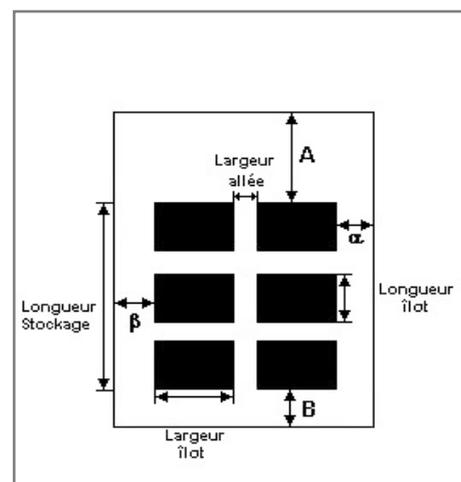
## Dimensions

Longueur de préparation A : 0.0 m

Longueur de préparation B : 0.0 m

Déport latéral a : 0.0 m

Déport latéral b : 0.0 m



## Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur : 1

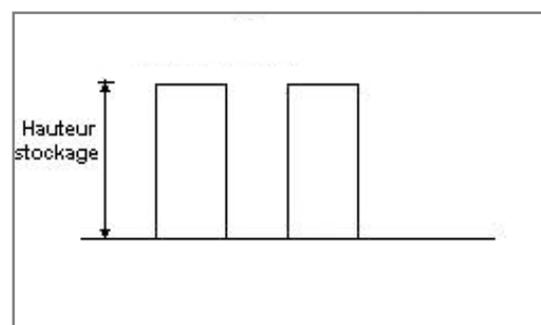
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur : 1

Largeur des îlots : 10.0 m

Longueur des îlots : 12.0 m

Hauteur des îlots : 3.5 m

Largeur des allées entre îlots : 0.0 m



## Palette type de la cellule Cellule n°1

## Dimensions Palette

Longueur de la palette : 1.2 m

Largeur de la palette : 0.8 m

Hauteur de la palette : 3.5 m

Volume de la palette : 3.4 m<sup>3</sup>

Nom de la palette : bois

Poids total de la palette : 528.0 kg

## Composition de la Palette (Masse en kg)

Palette Bois	NC	NC	NC	NC	NC	NC
528.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

## Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : 34.1 min

Puissance dégagée par la palette : 4646.0 kW



## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule n°1**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **44.0** min

### Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.