

Paramètres	Valeur en µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	1,4
PM10	19,3
NOx	23,5

S est égal à la plus grande des valeurs de s calculées pour chacun des principaux polluants.

Le tableau ci-dessous présente les calculs de s pour chaque mode de fonctionnement.

#### Mode 1 : Cogénération

	k	Cr	Co	Cm	s
SO <sub>2</sub>	340	0,15	0,0014	0,15	2 402,4
NOx	340	0,14	0,0235	0,12	<b>13 103,9</b>
Poussières	680	0,15	0,0193	0,13	4 266,26
COV totaux	340	1	0	1	44,20

#### Mode 2 : Air frais

	k	Cr	Co	Cm	s
SO <sub>2</sub>	340	0,15	0,0014	0,15	2 745,63
NOx	340	0,14	0,0235	0,12	<b>7 588</b>
Poussières	680	0,15	0,0193	0,13	676,4
COV totaux	340	1	0	1	278,8

#### ➤ Détermination de hp

La hauteur de la cheminée exprimée en mètres est au moins égale à la valeur de hp définie comme suit :

$$hp = s^{1/2} \times (R \times \Delta t)^{-1/6}$$

avec :

- ✓ S = valeur maximale des s calculés pour chaque polluant ;
- ✓ R : débit du gaz en m<sup>3</sup>/h ;
- ✓ ΔT : différence de température entre l'air rejeté et l'air ambiant.

Lorsque ΔT est inférieure à 50 Kelvins, on adopte la valeur 50 pour le calcul.

La température de l'air ambiant est prise égale à la valeur moyenne annuelle, soit 10°C.

N° Conduit	Installation	R (m <sup>3</sup> /h)	ΔT	S	hp (m)
1	Mode 1 « Cogénération »	79 530	120	12 199,14	7,86
1	Mode 2 « Air frais »	16 320	120	7 144,38	7,79

### ➤ Interdépendance des cheminées

Selon l'alinéa V de l'article 20 de l'Arrêté du 23 Juillet 2010, 2 cheminées i et j de hauteurs  $h_i$  et  $h_j$  calculées selon l'alinéa III sont considérées dépendantes si les 3 conditions suivantes sont **simultanément** réunies :

- ✓ distance entre les axes de 2 cheminées inférieure à la somme  $h_i + h_j + 10$  en mètres ;
- ✓  $h_i > 1/2 h_j$  ;
- ✓  $h_j > 1/2 h_i$ .

Le site disposera de deux cheminées, dont le fonctionnement ne sera jamais réalisé en simultané. En effet, la cheminée « Chaude » est une cheminée de secours.

Ainsi, aucun calcul d'interdépendance n'est nécessaire.

### ➤ Prise en compte des obstacles

On considère comme obstacle les structures et les bâtiments (notamment celui abritant l'installation considérée) qui remplissent simultanément les conditions suivantes :

- ✓ Ils sont situés à une distance horizontale inférieure à  $(10 hp + 50)$  de l'axe de la cheminée ;
- ✓ Ils ont une largeur supérieure à 2 m ;
- ✓ Ils sont vus de la cheminée sous un angle supérieur à 15° dans le plan horizontal.

Soit  $h_i$  la hauteur de l'obstacle et  $d_i$  la distance séparant l'obstacle de l'axe de la cheminée, on calcule alors  $H_i$  de la façon suivante :

- ✓ si  $d_i$  est inférieure ou égale à  $(2 hp + 10)$ , alors  $H_i = h_i + 5$
- ✓ si  $d_i$  est comprise entre  $(2 hp + 10)$  et  $(10 hp + 50)$ , alors  $H_i = \frac{5}{4} (h_i + 5)$

$$\left(1 - \frac{d_i}{10hp+50}\right)$$

La hauteur réglementaire de la cheminée est alors égale à la plus grande des valeurs  $H_i$  et  $h_p$ . Le site disposera d'un bâtiment unique, sur lequel seront installées les deux cheminées. La hauteur du bâtiment sera de 9,9 m.

Les différents obstacles sont présentés dans le tableau suivant ainsi que la valeur  $H_i$  pour chaque mode de fonctionnement.

Nom de l'obstacle	$h_i$ *	$d_i$ **	<b><math>H_i</math> Mode 1</b> ***	<b><math>H_i</math> Mode 2</b> ***
Local cogénération	9,9	0	14,9	14,8
Stockage de MP (Mc Cain)	7,75	38	11,2	11,2
Stockage de PF (Mc Cain)	17,9	42	<b>19,3</b>	<b>19,2</b>
Local production (Mc Cain)	15	50	15,3	15,2
Entrepôt frigorifique (Mc Cain)	23	200	-19,4	-19,7

\* Hauteur de l'obstacle

\*\* Distance entre l'obstacle et la cheminée

\*\*\* Hauteur réglementaire de la cheminée

La hauteur réglementaire de la cheminée « froide » et de la cheminée « chaude » sera de **19,3 m.**

Conformément aux méthodes de construction de la société Dalkia, cette hauteur sera relevée à **21 m** pour garantir une meilleure dispersion des fumées.

**ANNEXE 5**

**ZPS « LES CINQ TAILLES »**



## NATURA 2000 - FORMULAIRE STANDARD DE DONNEES

Pour les zones de protection spéciale (ZPS), les propositions de sites d'importance communautaire (pSIC), les sites d'importance communautaire (SIC) et les zones spéciales de conservation (ZSC)

# FR3112002 - Les "Cinq Tailles"

<a href="#">1. IDENTIFICATION DU SITE</a>	<a href="#">1</a>
<a href="#">2. LOCALISATION DU SITE</a>	<a href="#">2</a>
<a href="#">3. INFORMATIONS ECOLOGIQUES</a>	<a href="#">3</a>
<a href="#">4. DESCRIPTION DU SITE</a>	<a href="#">9</a>
<a href="#">5. STATUT DE PROTECTION DU SITE</a>	<a href="#">10</a>
<a href="#">6. GESTION DU SITE</a>	<a href="#">10</a>

## 1. IDENTIFICATION DU SITE

1.1 Type

A (ZPS)

1.2 Code du site

FR3112002

1.3 Appellation du site

Les "Cinq Tailles"

1.4 Date de compilation

30/11/2005

1.5 Date d'actualisation

1.6 Responsables

Responsable national et européen	Responsable du site	Responsable technique et scientifique national
Ministère en charge de l'écologie	DREAL Nord-Pas-de-Calais	MNHN - Service du Patrimoine Naturel
<a href="http://www.developpement-durable.gouv.fr">www.developpement-durable.gouv.fr</a>	<a href="http://www.nord-pas-de-calais.developpement-durable.gouv.fr">www.nord-pas-de-calais.developpement-durable.gouv.fr</a>	<a href="http://www.mnhn.fr">www.mnhn.fr</a> <a href="http://www.spn.mnhn.fr">www.spn.mnhn.fr</a>
<a href="mailto:en3.en.deb.dgaln@developpement-durable.gouv.fr">en3.en.deb.dgaln@developpement-durable.gouv.fr</a>		<a href="mailto:natura2000@mnhn.fr">natura2000@mnhn.fr</a>

1.7 Dates de proposition et de désignation / classement du site

ZPS : date de signature du dernier arrêté (JO RF) : 24/04/2006



Texte juridique national de référence pour la désignation comme ZPS : [http://www.legifrance.gouv.fr/jo\\_pdf.do?cidTexte=JORFTEXT000000818682](http://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?cidTexte=JORFTEXT000000818682)

## 2. LOCALISATION DU SITE

### 2.1 Coordonnées du centre du site [en degrés décimaux]

**Longitude** : 3,06278°

**Latitude** : 50,48556°

### 2.2 Superficie totale

123 ha

### 2.3 Pourcentage de superficie marine

Non concerné

### 2.4 Code et dénomination de la région administrative

Code INSEE	Région
31	Nord-Pas-de-Calais

### 2.5 Code et dénomination des départements

Code INSEE	Département	Couverture (%)
59	Nord	100 %

### 2.6 Code et dénomination des communes

Code INSEE	Communes
59427	NEUVILLE (LA)
59592	THUMERIES

### 2.7 Région(s) biogéographique(s)

Atlantique (100%)



### 3. INFORMATIONS ÉCOLOGIQUES

#### 3.1 Types d'habitats présents sur le site et évaluations

Types d'habitats inscrits à l'annexe I					Évaluation du site			
Code	PF	Superficie (ha) (% de couverture)	Grottes [nombre]	Qualité des données	A B C D	A B C		
					Représentativité	Superficie relative	Conservation	Évaluation globale

- **PF** : Forme prioritaire de l'habitat.
- **Qualité des données** : G = «Bonne» (données reposant sur des enquêtes, par exemple); M = «Moyenne» (données partielles + extrapolations, par exemple); P = «Médiocre» (estimation approximative, par exemple).
- **Représentativité** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative» ; D = «Présence non significative».
- **Superficie relative** : A =  $100 \geq p > 15\%$  ; B =  $15 \geq p > 2\%$  ; C =  $2 \geq p > 0\%$  .
- **Conservation** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Moyenne / réduite».
- **Évaluation globale** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative».

#### 3.2 Espèces visées à l'article 4 de la directive 2009/147/CE et évaluation

Espèce			Population présente sur le site					Évaluation du site				
Groupe	Code	Nom scientifique	Type	Taille		Unité	Cat. C R V P	Qualité des données	A B C D	A B C		
				Min	Max				Pop.	Cons.	Isol.	Glob.
B	A004	<a href="#">Tachybaptus ruficollis</a>	w			i	P		D			
B	A004	<a href="#">Tachybaptus ruficollis</a>	r	6	8	p	P		D			
B	A004	<a href="#">Tachybaptus ruficollis</a>	c			i	P		D			
B	A005	<a href="#">Podiceps cristatus</a>	r	3	5	p	P		D			
B	A005	<a href="#">Podiceps cristatus</a>	p			i	P		D			
B	A005	<a href="#">Podiceps cristatus</a>	c			i	P		D			
B	A008	<a href="#">Podiceps nigricollis</a>	w	150	200	p	P		A	B	C	B
B	A008	<a href="#">Podiceps nigricollis</a>	r	150	200	p	P		A	B	C	B
B	A008	<a href="#">Podiceps nigricollis</a>	c			i	P		A	B	C	B



B	A021	<a href="#">Botaurus stellaris</a>	c			i	P					
B	A026	<a href="#">Egretta garzetta</a>	c	1	10	i	P		D			
B	A028	<a href="#">Ardea cinerea</a>	c			i	P					
B	A029	<a href="#">Ardea purpurea</a>	c			i	P					
B	A031	<a href="#">Ciconia ciconia</a>	c	1	5	i	P		D			
B	A036	<a href="#">Cygnus olor</a>	w	2	3	p	P		D			
B	A036	<a href="#">Cygnus olor</a>	r	2	3	p	P		D			
B	A036	<a href="#">Cygnus olor</a>	c			i	P		D			
B	A043	<a href="#">Anser anser</a>	c			i	P					
B	A048	<a href="#">Tadorna tadorna</a>	w	5	10	p	P		D			
B	A048	<a href="#">Tadorna tadorna</a>	r	5	10	p	P		D			
B	A048	<a href="#">Tadorna tadorna</a>	c			i	P		D			
B	A050	<a href="#">Anas penelope</a>	c			i	P					
B	A051	<a href="#">Anas strepera</a>	w	0	1	p	P		D			
B	A051	<a href="#">Anas strepera</a>	r	0	1	p	P		D			
B	A051	<a href="#">Anas strepera</a>	c			i	P		D			
B	A052	<a href="#">Anas crecca</a>	w	0	2	p	P		D			
B	A052	<a href="#">Anas crecca</a>	r	0	2	p	P		D			
B	A052	<a href="#">Anas crecca</a>	c			i	P		D			
B	A053	<a href="#">Anas platyrhynchos</a>	w	10	15	p	P		D			
B	A053	<a href="#">Anas platyrhynchos</a>	r	10	15	p	P		D			
B	A053	<a href="#">Anas platyrhynchos</a>	c	600	800	i	P		D			
B	A054	<a href="#">Anas acuta</a>	c			i	P					





B	A055	<a href="#">Anas querquedula</a>	c			i	P					
B	A056	<a href="#">Anas clypeata</a>	w	5	10	p	P		D			
B	A056	<a href="#">Anas clypeata</a>	r	5	10	p	P		D			
B	A056	<a href="#">Anas clypeata</a>	c			i	P		D			
B	A059	<a href="#">Aythya ferina</a>	w	5	10	p	P		D			
B	A059	<a href="#">Aythya ferina</a>	r	5	10	p	P		D			
B	A059	<a href="#">Aythya ferina</a>	c			i	P		D			
B	A061	<a href="#">Aythya fuligula</a>	w	7	10	p	P		D			
B	A061	<a href="#">Aythya fuligula</a>	r	7	10	p	P		D			
B	A061	<a href="#">Aythya fuligula</a>	c			i	P		D			
B	A072	<a href="#">Pernis apivorus</a>	r	1	2	p	P		D			
B	A072	<a href="#">Pernis apivorus</a>	c			i	P		D			
B	A081	<a href="#">Circus aeruginosus</a>	c	2	3	i	P		D			
B	A094	<a href="#">Pandion haliaetus</a>	c	1	1	i	P		D			
B	A118	<a href="#">Rallus aquaticus</a>	w	1	1	p	P		D			
B	A118	<a href="#">Rallus aquaticus</a>	r	1	1	p	P		D			
B	A118	<a href="#">Rallus aquaticus</a>	c			i	P		D			
B	A119	<a href="#">Porzana porzana</a>	c			i	P					
B	A123	<a href="#">Gallinula chloropus</a>	w			i	P					
B	A123	<a href="#">Gallinula chloropus</a>	r			i	P					
B	A123	<a href="#">Gallinula chloropus</a>	c			i	P					
B	A125	<a href="#">Fulica atra</a>	w			i	P		D			
B	A125	<a href="#">Fulica atra</a>	r			i	P		D			



B	A125	<a href="#">Fulica atra</a>	c			i	P		D			
B	A131	<a href="#">Himantopus himantopus</a>	r	1	1	p	P		D			
B	A131	<a href="#">Himantopus himantopus</a>	c			i	P		D			
B	A132	<a href="#">Recurvirostra avosetta</a>	c	5	30	i	P		D			
B	A136	<a href="#">Charadrius dubius</a>	w	1	1	i	P		D			
B	A136	<a href="#">Charadrius dubius</a>	r	1	1	i	P		D			
B	A136	<a href="#">Charadrius dubius</a>	c			i	P		D			
B	A140	<a href="#">Pluvialis apricaria</a>	c			i	P					
B	A141	<a href="#">Pluvialis squatarola</a>	c			i	P					
B	A142	<a href="#">Vanellus vanellus</a>	w	2	3	i	P		D			
B	A142	<a href="#">Vanellus vanellus</a>	r	2	3	i	P		D			
B	A142	<a href="#">Vanellus vanellus</a>	c			i	P		D			
B	A143	<a href="#">Calidris canutus</a>	c			i	P					
B	A149	<a href="#">Calidris alpina</a>	c			i	P					
B	A151	<a href="#">Philomachus pugnax</a>	c	5	6	i	P		D			
B	A153	<a href="#">Gallinago gallinago</a>	c			i	P					
B	A155	<a href="#">Scolopax rusticola</a>	w			i	P					
B	A155	<a href="#">Scolopax rusticola</a>	r			i	P					
B	A155	<a href="#">Scolopax rusticola</a>	c			i	P					
B	A156	<a href="#">Limosa limosa</a>	c			i	P					
B	A157	<a href="#">Limosa lapponica</a>	c			i	P					
B	A160	<a href="#">Numenius arquata</a>	c			i	P					
B	A162	<a href="#">Tringa totanus</a>	c			i	P					



B	A164	<a href="#">Tringa nebularia</a>	c			i	P					
B	A165	<a href="#">Tringa ochropus</a>	c			i	P					
B	A168	<a href="#">Actitis hypoleucos</a>	c			i	P					
B	A176	<a href="#">Larus melanocephalus</a>	w	1	1	p	P		D			
B	A176	<a href="#">Larus melanocephalus</a>	r	5	7	p	P		D			
B	A176	<a href="#">Larus melanocephalus</a>	c			i	P		D			
B	A179	<a href="#">Larus ridibundus</a>	w	100	500	p	P		C	B	C	C
B	A179	<a href="#">Larus ridibundus</a>	r	100	500	p	P		C	B	C	C
B	A179	<a href="#">Larus ridibundus</a>	c			i	P		C	B	C	C
B	A182	<a href="#">Larus canus</a>	c			i	P					
B	A183	<a href="#">Larus fuscus</a>	c			i	P					
B	A184	<a href="#">Larus argentatus</a>	c			i	P					
B	A193	<a href="#">Sterna hirundo</a>	c	1	1	i	P		D			
B	A196	<a href="#">Chlidonias hybridus</a>	c	1	1	i	P		D			
B	A197	<a href="#">Chlidonias niger</a>	c	30	30	i	P		D			
B	A229	<a href="#">Alcedo atthis</a>	r	1	3	p	P		D			
B	A229	<a href="#">Alcedo atthis</a>	c	1	1	i	P		D			
B	A236	<a href="#">Dryocopus martius</a>	r	1	1	p	P					
B	A238	<a href="#">Dendrocopos medius</a>	w			i	P					
B	A272	<a href="#">Luscinia svecica</a>	r	1	3	p	P		D			
B	A272	<a href="#">Luscinia svecica</a>	c			i	P		D			

- **Groupe** : A = Amphibiens, B = Oiseaux, F = Poissons, I = Invertébrés, M = Mammifères, P = Plantes, R = Reptiles.
- **Type** : p = espèce résidente (sédentaire), r = reproduction (migratrice), c = concentration (migratrice), w = hivernage (migratrice).
- **Unité** : i = individus, p = couples, adults = Adultes matures, area = Superficie en m2, bfemales = Femelles reproductrices, cmales = Mâles chanteurs, colonies = Colonies, fstems = Tiges florales, grids1x1 = Grille 1x1 km, grids10x10 = Grille 10x10 km, grids5x5 = Grille 5x5 km, length = Longueur en km, localities = Stations, logs = Nombre de branches, males = Mâles, shoots = Pousses, stones = Cavités rocheuses, subadults = Sub-adultes, trees = Nombre de troncs, tufts = Touffes.



- **Catégories du point de vue de l'abondance (Cat.) :** C = espèce commune, R = espèce rare, V = espèce très rare, P: espèce présente.
- **Qualité des données :** G = « Bonne » (données reposant sur des enquêtes, par exemple); M = « Moyenne » (données partielles + extrapolations, par exemple); P = « Médiocre » (estimation approximative, par exemple); DD = Données insuffisantes.
- **Population :** A =  $100 \geq p > 15 \%$  ; B =  $15 \geq p > 2 \%$  ; C =  $2 \geq p > 0 \%$  ; D = Non significative.
- **Conservation :** A = « Excellente » ; B = « Bonne » ; C = « Moyenne / réduite ».
- **Isolement :** A = population (presque) isolée ; B = population non isolée, mais en marge de son aire de répartition ; C = population non isolée dans son aire de répartition élargie.
- **Evaluation globale :** A = « Excellente » ; B = « Bonne » ; C = « Significative ».

### 3.3 Autres espèces importantes de faune et de flore

Espèce			Population présente sur le site				Motivation					
Groupe	Code	Nom scientifique	Taille		Unité	Cat.	Annexe Dir. Hab.		Autres catégories			
			Min	Max			IV	V	A	B	C	D
B		<a href="#">Buteo buteo</a>			i	P						
B		<a href="#">Buteo lagopus</a>			i	P						
B		<a href="#">Falco tinnunculus</a>			i	P						
B		<a href="#">Falco subbuteo</a>			i	P						
B		<a href="#">Accipiter nisus</a>			i	P						
B		<a href="#">Riparia riparia</a>			i	P						
B		<a href="#">Turdus pilaris</a>			i	P						
B		<a href="#">Acrocephalus arundinaceus</a>			i	P						

- **Groupe :** A = Amphibiens, B = Oiseaux, F = Poissons, Fu = Champignons, I = Invertébrés, L = Lichens, M = Mammifères, P = Plantes, R = Reptiles.
- **Unité :** i = individus, p = couples, adults = Adultes matures, area = Superficie en m2, bfemales = Femelles reproductrices, cmales = Mâles chanteurs, colonies = Colonies, fstems = Tiges florales, grids1x1 = Grille 1x1 km, grids10x10 = Grille 10x10 km, grids5x5 = Grille 5x5 km, length = Longueur en km, localities = Stations, logs = Nombre de branches, males = Mâles, shoots = Pousses, stones = Cavités rocheuses, subadults = Sub-adultes, trees = Nombre de troncs, tufts = Touffes.
- **Catégories du point de vue de l'abondance (Cat.) :** C = espèce commune, R = espèce rare, V = espèce très rare, P: espèce présente.
- **Motivation :** IV, V : annexe où est inscrite l'espèce (directive « Habitats ») ; A : liste rouge nationale ; B : espèce endémique ; C : conventions internationales ; D : autres raisons.



## 4. DESCRIPTION DU SITE

### 4.1 Caractère général du site

Classe d'habitat	Pourcentage de couverture
N06 : Eaux douces intérieures (Eaux stagnantes, Eaux courantes)	29 %
N14 : Prairies améliorées	2 %
N16 : Forêts caducifoliées	63 %
N20 : Forêt artificielle en monoculture (ex: Plantations de peupliers ou d'Arbres exotiques)	6 %

### Autres caractéristiques du site

Le périmètre englobe deux grands bassins se situant au nord du site d'environ 35 ha et une couronne boisée de 86,60 ha. Il s'agit d'un espace naturel sensible du département du Nord.

Vulnérabilité : Les plans d'eau composés des anciens bassins de décantation ne font l'objet d'aucune activité de chasse ou de pêche, activités incompatibles avec la présence d'un gazoduc souterrain. La partie boisée fait, quant à elle, l'objet d'une activité de chasse.

Le site a été aménagé et ouvert au public. Il est soumis à une très forte fréquentation, mais les dispositifs d'observation et de protection des bassins permettent de respecter la tranquillité des oiseaux du bassin. La partie forestière du site subit, quant à elle, des dérangements importants.

La richesse alimentaire des bassins est liée à leur origine (bassins de décantation de sucrerie). Les bassins sont alimentés uniquement par les précipitations, aucune maîtrise des niveaux d'eau est possible. Des études complémentaires sur l'évolution des niveaux d'eau et les possibilités de gestion seraient à réaliser.

Un garde départemental a été recruté le 1er juillet 2005 dans le cadre d'une mission de gardiennage, d'entretien ainsi que de la gestion écologique du Site Ornithologique Départemental.

### 4.2 Qualité et importance

Le site accueille une des plus remarquables populations françaises de Grèbe à cou noir, espèce nicheuse emblématique du site, se joint à cette espèce prestigieuse la rare Mouette mélanocéphale qui niche au sein d'une colonie de mouettes rieuses. Fuligules milouins, morillons, canards colverts etc... se reproduisent sur les 35 ha de bassins : ils y trouvent la tranquillité et une nourriture abondante (insectes, petits poissons, plantes aquatiques). Certains oiseaux sont sédentaires bien que leur espèce soit en majorité migratrice : Foulque macroule, Héron cendré, Vanneau huppé et Gallinule poule d'eau. De nombreux migrateurs utilisent également les bassins : Avocette élégante, Echasse blanche, Gorgebleue à miroir, Guifette noire, Busard des roseaux, aigrettes, fauvettes, canards divers.

### 4.3 Menaces, pressions et activités ayant une incidence sur le site

Il s'agit des principales incidences et activités ayant des répercussions notables sur le site

Incidences négatives				
Importance	Menaces et pressions [code]	Menaces et pressions [libellé]	Pollution [code]	Intérieur / Extérieur [i o b]
Incidences positives				
Importance	Menaces et pressions [code]	Menaces et pressions [libellé]	Pollution [code]	Intérieur / Extérieur [i o b]

- Importance** : H = grande, M = moyenne, L = faible.
- Pollution** : N = apport d'azote, P = apport de phosphore/phosphate, A = apport d'acide/acidification, T = substances chimiques inorganiques toxiques, O = substances chimiques organiques toxiques, X = pollutions mixtes.



- **Intérieur / Extérieur** : I = à l'intérieur du site, O = à l'extérieur du site, B = les deux.

#### 4.4 Régime de propriété

Type	Pourcentage de couverture
Domaine départemental	%

#### 4.5 Documentation

Conseil Général du Nord

Lien(s) :

#### 5.1 Types de désignation aux niveaux national et régional

Code	Désignation	Pourcentage de couverture
13	Terrain acquis par un département	100 %

#### 5.2 Relation du site considéré avec d'autres sites

Désignés aux niveaux national et régional :

Code	Appellation du site	Type	Pourcentage de couverture
------	---------------------	------	---------------------------

Désignés au niveau international :

Type	Appellation du site	Type	Pourcentage de couverture
------	---------------------	------	---------------------------

#### 5.3 Désignation du site

### 6. GESTION DU SITE

#### 6.1 Organisme(s) responsable(s) de la gestion du site

Organisation : Conseil général du Nord

Adresse :

Courriel :

#### 6.2 Plan(s) de gestion

Existe-il un plan de gestion en cours de validité ?

Oui

Non, mais un plan de gestion est en préparation.

Non



## 6.3 Mesures de conservation

**ANNEXE 6**

**ZSC « PELOUSES METALLICOLES DE LA  
PLAINE DE LA SCARPE »**





## NATURA 2000 - FORMULAIRE STANDARD DE DONNEES

Pour les zones de protection spéciale (ZPS), les propositions de sites d'importance communautaire (pSIC), les sites d'importance communautaire (SIC) et les zones spéciales de conservation (ZSC)

# FR3100504 - Pelouses métallicoles de la plaine de la Scarpe

<a href="#">1. IDENTIFICATION DU SITE</a> .....	<a href="#">1</a>
<a href="#">2. LOCALISATION DU SITE</a> .....	<a href="#">2</a>
<a href="#">3. INFORMATIONS ECOLOGIQUES</a> .....	<a href="#">3</a>
<a href="#">4. DESCRIPTION DU SITE</a> .....	<a href="#">5</a>
<a href="#">5. STATUT DE PROTECTION DU SITE</a> .....	<a href="#">6</a>
<a href="#">6. GESTION DU SITE</a> .....	<a href="#">7</a>

## 1. IDENTIFICATION DU SITE

### 1.1 Type

B (pSIC/SIC/ZSC)

### 1.2 Code du site

FR3100504

### 1.3 Appellation du site

Pelouses métallicoles de la plaine de la Scarpe

### 1.4 Date de compilation

29/02/1996

### 1.5 Date d'actualisation

30/11/2011

### 1.6 Responsables

Responsable national et européen	Responsable du site	Responsable technique et scientifique national
Ministère en charge de l'écologie	DREAL Nord-Pas-de-Calais	MNHN - Service du Patrimoine Naturel
<a href="http://www.developpement-durable.gouv.fr">www.developpement-durable.gouv.fr</a>	<a href="http://www.nord-pas-de-calais.developpement-durable.gouv.fr">www.nord-pas-de-calais.developpement-durable.gouv.fr</a>	<a href="http://www.mnhn.fr">www.mnhn.fr</a> <a href="http://www.spn.mnhn.fr">www.spn.mnhn.fr</a>
<a href="mailto:en3.en.deb.dgaln@developpement-durable.gouv.fr">en3.en.deb.dgaln@developpement-durable.gouv.fr</a>		<a href="mailto:natura2000@mnhn.fr">natura2000@mnhn.fr</a>

### 1.7 Dates de proposition et de désignation / classement du site

Date de transmission à la Commission Européenne : 31/03/1999



(Proposition de classement du site comme SIC)

Dernière date de parution au JO UE : 07/12/2004  
(Confirmation de classement du site comme SIC)

ZSC : date de signature du dernier arrêté (JO RF) : Pas de donnée

Texte juridique national de référence pour la désignation comme ZSC : <http://legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000030744051>

## 2. LOCALISATION DU SITE

### 2.1 Coordonnées du centre du site [en degrés décimaux]

**Longitude** : 3,08778°

**Latitude** : 50,40389°

### 2.2 Superficie totale

17 ha

### 2.3 Pourcentage de superficie marine

Non concerné

### 2.4 Code et dénomination de la région administrative

Code INSEE	Région
31	Nord-Pas-de-Calais

### 2.5 Code et dénomination des départements

Code INSEE	Département	Couverture (%)
59	Nord	100 %

### 2.6 Code et dénomination des communes

Code INSEE	Communes
59028	AUBY
59509	ROOST-WARENDIN

### 2.7 Région(s) biogéographique(s)

Atlantique (100%)



### 3. INFORMATIONS ÉCOLOGIQUES

#### 3.1 Types d'habitats présents sur le site et évaluations

Types d'habitats inscrits à l'annexe I					Évaluation du site			
Code	PF	Superficie (ha) (% de couverture)	Grottes [nombre]	Qualité des données	A B C D	A B C		
					Représentativité	Superficie relative	Conservation	Évaluation globale
6130 <i>Pelouses calaminaires des <i>Violetalia calaminariae</i></i>		8,5 (50 %)		G	A	A	B	A

- **PF** : Forme prioritaire de l'habitat.
- **Qualité des données** : G = «Bonne» (données reposant sur des enquêtes, par exemple); M = «Moyenne» (données partielles + extrapolations, par exemple); P = «Médiocre» (estimation approximative, par exemple).
- **Représentativité** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative» ; D = «Présence non significative».
- **Superficie relative** : A =  $100 \geq p > 15 \%$  ; B =  $15 \geq p > 2 \%$  ; C =  $2 \geq p > 0 \%$  .
- **Conservation** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Moyenne / réduite».
- **Évaluation globale** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative».

#### 3.2 Espèces inscrites à l'annexe II de la directive 92/43/CEE et évaluation

Espèce			Population présente sur le site					Évaluation du site				
Groupe	Code	Nom scientifique	Type	Taille		Unité	Cat.	Qualité des données	A B C D	A B C		
				Min	Max				Pop.	Cons.	Isol.	Glob.

- **Groupe** : A = Amphibiens, B = Oiseaux, F = Poissons, I = Invertébrés, M = Mammifères, P = Plantes, R = Reptiles.
- **Type** : p = espèce résidente (sédentaire), r = reproduction (migratrice), c = concentration (migratrice), w = hivernage (migratrice).
- **Unité** : i = individus, p = couples, adults = Adultes matures, area = Superficie en m2, bmales = Femelles reproductrices, cmales = Mâles chanteurs, colonies = Colonies, fstems = Tiges florales, grids1x1 = Grille 1x1 km, grids10x10 = Grille 10x10 km, grids5x5 = Grille 5x5 km, length = Longueur en km, localities = Stations, logs = Nombre de branches, males = Mâles, shoots = Pousses, stones = Cavités rocheuses, subadults = Sub-adultes, trees = Nombre de troncs, tufts = Touffes.
- **Catégories du point de vue de l'abondance (Cat.)** : C = espèce commune, R = espèce rare, V = espèce très rare, P: espèce présente.
- **Qualité des données** :G = «Bonne» (données reposant sur des enquêtes, par exemple); M =«Moyenne» (données partielles + extrapolations, par exemple); P = «Médiocre» (estimation approximative, par exemple); DD = Données insuffisantes.
- **Population** : A =  $100 \geq p > 15 \%$  ; B =  $15 \geq p > 2 \%$  ; C =  $2 \geq p > 0 \%$  ; D = Non significative.
- **Conservation** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Moyenne / réduite».
- **Isolement** : A = population (presque) isolée ; B = population non isolée, mais en marge de son aire de répartition ; C = population non isolée dans son aire de répartition élargie.
- **Évaluation globale** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative».



### 3.3 Autres espèces importantes de faune et de flore

Espèce			Population présente sur le site				Motivation						
Groupe	Code	Nom scientifique	Taille		Unité	Cat.	Annexe Dir. Hab.		Autres catégories				
			Min	Max			IV	V	A	B	C	D	
P		<a href="#">Cardaminopsis halleri</a>			i	P							X
P		<a href="#">Armeria maritima subsp. halleri</a>			i	P							X
P		<a href="#">Silene vulgaris subsp. humilis</a>			i	P							X
P		<a href="#">Viola calaminaria</a>			i	P							X

- **Groupe** : A = Amphibiens, B = Oiseaux, F = Poissons, Fu = Champignons, I = Invertébrés, L = Lichens, M = Mammifères, P = Plantes, R = Reptiles.
- **Unité** : i = individus, p = couples, adults = Adultes matures, area = Superficie en m2, bfemales = Femelles reproductrices, cmales = Mâles chanteurs, colonies = Colonies, fstems = Tiges florales, grids1x1 = Grille 1x1 km, grids10x10 = Grille 10x10 km, grids5x5 = Grille 5x5 km, length = Longueur en km, localities = Stations, logs = Nombre de branches, males = Mâles, shoots = Pousses, stones = Cavités rocheuses, subadults = Sub-adultes, trees = Nombre de troncs, tufts = Touffes.
- **Catégories du point de vue de l'abondance (Cat.)** : C = espèce commune, R = espèce rare, V = espèce très rare, P: espèce présente.
- **Motivation** : IV, V : annexe où est inscrite l'espèce (directive «Habitats») ; A : liste rouge nationale ; B : espèce endémique ; C : conventions internationales ; D : autres raisons.



## 4. DESCRIPTION DU SITE

### 4.1 Caractère général du site

Classe d'habitat	Pourcentage de couverture
N09 : Pelouses sèches, Steppes	100 %
N23 : Autres terres (incluant les Zones urbanisées et industrielles, Routes, Décharges, Mines)	0 %

### Autres caractéristiques du site

Une grande partie des espaces pelousaires du site d'Auby, riches en Armérie de Haller, a été détruite et les végétations métallicoles qui subsistent apparaissent morcelées et éclatées en plusieurs petites unités entourées de cités ou de bâtiments industriels.

La pelouse de Noyelles-Godault est quant à elle réduite à quelques dizaines de mètres carrés dans l'enceinte de l'usine.

Vulnérabilité : Une grande partie des espaces pelousaires du site d'Auby, riches en Armérie de Haller, a été détruite et les végétations métallicoles qui subsistent apparaissent morcelées et éclatées en plusieurs petites unités entourées de cités ou de bâtiments industriels. De plus, elles ont été plantées de peupliers limitant leur développement (pelouses héliophiles supportant mal l'ombrage des arbres).

La pelouse de Noyelles-Godault est quant à elle réduite à quelques dizaines de mètres carrés dans l'enceinte de l'usine et l'Armérie de Haller en est absente. Comme pour le site de Mortagne, l'extension et la restauration des habitats pelousaires métallicoles nécessitent :

- le maintien des populations de lapins (voire leur réintroduction si les effectifs sont trop faibles) assurant le "brouillage" des pelouses ;
- la suppression des boisements qui en limitent le développement et la maîtrise de la dynamique de recolonisation là où celle-ci semble amorcée ;
- la préservation définitive des espaces relictuels non urbanisés ;
- une fauche épisodique des arrhénathérais pour initier éventuellement leur gestion ultérieure par les lapins ;
- la préservation définitive des espaces relictuels non urbanisés.

### 4.2 Qualité et importance

Ce site rassemble deux des trois principaux biotopes métallifères du Nord de la France.

Très peu répandus en Europe, ces biotopes issus d'activités industrielles particulièrement polluantes hébergent des communautés et des espèces végétales extrêmement rares et très spécialisées. A cet égard, les pelouses métallicoles de la Plaine de la Scarpe représentent un des seuls sites français hébergeant d'importantes populations de trois des métalphytes absolus connus : l'Armérie de Haller (*Armeria maritima* subsp. *halleri*), l'Arabette de Haller (*Cardaminopsis halleri*) et le Silène (*Silene vulgaris* subsp. *humilis*), cette dernière espèce considérée par certains auteurs comme un indicateur universel du zinc.

Aussi remarquables que la flore qui les constitue, les pelouses à Armérie de Haller de la Plaine de la Scarpe, sous leur forme typique [*Armerietum halleri* subass. *typicum*] ou dans leur variante à Arabette de Haller [*Armerietum halleri* subass. *cardaminopsidetosum halleri*] peuvent être considérées comme exemplaires et représentatives de ce type d'habitat en Europe, même si la surface qu'elles occupent aujourd'hui s'est considérablement amoindri depuis une quinzaine d'années.

Ces pelouses de physionomie variée (pelouses denses fermées, pelouses rases plus ouvertes riches en mousses et lichens métallotolérants) apparaissent en mosaïque avec des arrhénathérais métallicoles à Arabette de Haller [*Cardaminopsido halleri*-*Arrhenatheretum elatioris*], autre végétation "calaminaire" très localisée en France.

### 4.3 Menaces, pressions et activités ayant une incidence sur le site

Il s'agit des principales incidences et activités ayant des répercussions notables sur le site



Incidences négatives				
Importance	Menaces et pressions [code]	Menaces et pressions [libellé]	Pollution [code]	Intérieur / Extérieur [i o b]
H	E01.01	Urbanisation continue		O
H	E03.02	Dépôts de déchets industriels		O
H	E03.03	Dépôts de matériaux inertes		O
L	G01.03	Véhicules motorisés		I
L	K02.03	Eutrophisation (naturelle)		I
M	B01	Plantation forestière en milieu ouvert		I
M	E03.04	Autres décharges		I
M	G05.01	Piétinement, surfréquentation		I
Incidences positives				
Importance	Menaces et pressions [code]	Menaces et pressions [libellé]	Pollution [code]	Intérieur / Extérieur [i o b]
H	E03.02	Dépôts de déchets industriels		I
H	H05	Pollution des sols et déchets solides (hors décharges)		I
L	E02.01	Usine		O

- **Importance** : H = grande, M = moyenne, L = faible.
- **Pollution** : N = apport d'azote, P = apport de phosphore/phosphate, A = apport d'acide/acidification, T = substances chimiques inorganiques toxiques, O = substances chimiques organiques toxiques, X = pollutions mixtes.
- **Intérieur / Extérieur** : I = à l'intérieur du site, O = à l'extérieur du site, B = les deux.

#### 4.4 Régime de propriété

Type	Pourcentage de couverture
Propriété privée (personne physique)	%

#### 4.5 Documentation

Lien(s) :

#### 5.1 Types de désignation aux niveaux national et régional

Code	Désignation	Pourcentage de couverture
00	Aucune protection	100 %

#### 5.2 Relation du site considéré avec d'autres sites

Désignés aux niveaux national et régional :



Code	Appellation du site	Type	Pourcentage de couverture
------	---------------------	------	---------------------------

Désignés au niveau international :

Type	Appellation du site	Type	Pourcentage de couverture
------	---------------------	------	---------------------------

### 5.3 Désignation du site

## 6. GESTION DU SITE

### 6.1 Organisme(s) responsable(s) de la gestion du site

Organisation :

Adresse :

Courriel :

### 6.2 Plan(s) de gestion

Existe-il un plan de gestion en cours de validité ?

Oui

Non, mais un plan de gestion est en préparation.

Non

### 6.3 Mesures de conservation

**ANNEXE 7**

**ZSC « BOIS DE FLINES-LES-RACHES ET  
SYSTEME ALLUVIAL DU COURANT DES  
VANNEAUX »**





NATURA 2000 - FORMULAIRE STANDARD DE DONNEES

Pour les zones de protection spéciale (ZPS), les propositions de sites d'importance communautaire (pSIC), les sites d'importance communautaire (SIC) et les zones spéciales de conservation (ZSC)

## FR3100506 - Bois de Flines-les-Raches et système alluvial du courant des Vanneaux

<a href="#">1. IDENTIFICATION DU SITE</a> .....	<a href="#">1</a>
<a href="#">2. LOCALISATION DU SITE</a> .....	<a href="#">2</a>
<a href="#">3. INFORMATIONS ECOLOGIQUES</a> .....	<a href="#">3</a>
<a href="#">4. DESCRIPTION DU SITE</a> .....	<a href="#">6</a>
<a href="#">5. STATUT DE PROTECTION DU SITE</a> .....	<a href="#">8</a>
<a href="#">6. GESTION DU SITE</a> .....	<a href="#">8</a>

### 1. IDENTIFICATION DU SITE

1.1 Type B (pSIC/SIC/ZSC)	1.2 Code du site FR3100506	1.3 Appellation du site Bois de Flines-les-Raches et système alluvial du courant des Vanneaux
1.4 Date de compilation 29/02/1996	1.5 Date d'actualisation 30/06/2006	
1.6 Responsables		

Responsable national et européen	Responsable du site	Responsable technique et scientifique national
Ministère en charge de l'écologie	DREAL Nord-Pas-de-Calais	MNHN - Service du Patrimoine Naturel
<a href="http://www.developpement-durable.gouv.fr">www.developpement-durable.gouv.fr</a>	<a href="http://www.nord-pas-de-calais.developpement-durable.gouv.fr">www.nord-pas-de-calais.developpement-durable.gouv.fr</a>	<a href="http://www.mnhn.fr">www.mnhn.fr</a> <a href="http://www.spn.mnhn.fr">www.spn.mnhn.fr</a>
<a href="mailto:en3.en.deb.dgaln@developpement-durable.gouv.fr">en3.en.deb.dgaln@developpement-durable.gouv.fr</a>		<a href="mailto:natura2000@mnhn.fr">natura2000@mnhn.fr</a>



## 1.7 Dates de proposition et de désignation / classement du site

Date de transmission à la Commission Européenne : 31/03/1999  
(Proposition de classement du site comme SIC)

Dernière date de parution au JO UE : 07/12/2004  
(Confirmation de classement du site comme SIC)

ZSC : date de signature du dernier arrêté (JO RF) : 13/04/2007

Texte juridique national de référence pour la désignation comme ZSC : [http://www.legifrance.gouv.fr/jo\\_pdf.do?cidTexte=JORFTEXT00000821004](http://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?cidTexte=JORFTEXT00000821004)

## 2. LOCALISATION DU SITE

### 2.1 Coordonnées du centre du site [en degrés décimaux]

**Longitude** : 3,14278°

**Latitude** : 50,43028°

### 2.2 Superficie totale

196 ha

### 2.3 Pourcentage de superficie marine

Non concerné

### 2.4 Code et dénomination de la région administrative

Code INSEE	Région
31	Nord-Pas-de-Calais

### 2.5 Code et dénomination des départements

Code INSEE	Département	Couverture (%)
59	Nord	100 %

### 2.6 Code et dénomination des communes

Code INSEE	Communes
59158	COUTICHES
59222	FAUMONT
59239	FLINES-LEZ-RACHES
59486	RACHES
59489	RAIMBEAUCOURT
59509	ROOST-WARENDIN

### 2.7 Région(s) biogéographique(s)

Atlantique (100%)



### 3. INFORMATIONS ÉCOLOGIQUES

#### 3.1 Types d'habitats présents sur le site et évaluations

Types d'habitats inscrits à l'annexe I					Évaluation du site			
Code	PF	Superficie (ha) (% de couverture)	Grottes [nombre]	Qualité des données	A B C D	A B C		
					Représentativité	Superficie relative	Conservation	Évaluation globale
<a href="#">3110</a> <i>Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (Littorelletalia uniflorae)</i>		0 (0 %)			B	C	B	B
<a href="#">3130</a> <i>Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des Littorelletea uniflorae et/ou des Isoeto-Nanojuncetea</i>		0 (0 %)			C	C	B	C
<a href="#">3150</a> <i>Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition</i>		0 (0 %)			C	C	B	C
<a href="#">4030</a> <i>Landes sèches européennes</i>		0 (0 %)			D			
<a href="#">6230</a> <i>Formations herbeuses à Nardus, riches en espèces, sur substrats siliceux des zones montagnardes (et des zones submontagnardes de l'Europe continentale)</i>	X	0 (0 %)			D			
<a href="#">6410</a> <i>Prairies à Molinia sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (Molinion caeruleae)</i>		0 (0 %)			B	C	B	B
<a href="#">6430</a> <i>Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin</i>		0 (0 %)			C	C	B	C
<a href="#">6510</a> <i>Prairies maigres de fauche de basse altitude (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis)</i>		3,92 (2 %)			B	C	B	B
<a href="#">91D0</a> <i>Tourbières boisées</i>	X	0 (0 %)			C	C	B	B
<a href="#">91E0</a> <i>Forêts alluviales à Alnus glutinosa et Fraxinus excelsior (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)</i>	X	5,88 (3 %)			C	C	B	B
<a href="#">9160</a> <i>Chênaies pédonculées ou chênaies-charmaies subatlantiques et médio-européennes du Carpinion betuli</i>		3,92 (2 %)			C	C	B	C
<a href="#">9190</a> <i>Vieilles chênaies acidophiles des plaines sablonneuses à Quercus robur</i>		5,88 (3 %)			C	C	B	B

• PF : Forme prioritaire de l'habitat.



- **Qualité des données** : G = «Bonne» (données reposant sur des enquêtes, par exemple); M = «Moyenne» (données partielles + extrapolations, par exemple); P = «Médiocre» (estimation approximative, par exemple).
- **Représentativité** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative» ; D = «Présence non significative».
- **Superficie relative** : A =  $100 \geq p > 15\%$  ; B =  $15 \geq p > 2\%$  ; C =  $2 \geq p > 0\%$  .
- **Conservation** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Moyenne / réduite».
- **Evaluation globale** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative».

### 3.2 Espèces inscrites à l'annexe II de la directive 92/43/CEE et évaluation

Espèce			Population présente sur le site					Évaluation du site				
Groupe	Code	Nom scientifique	Type	Taille		Unité	Cat.	Qualité des données	A B C D			
				Min	Max				C R V P	Pop.	Cons.	Isol.
A	1166	<a href="#">Triturus cristatus</a>	p			i	P		C	C	C	C

- **Groupe** : A = Amphibiens, B = Oiseaux, F = Poissons, I = Invertébrés, M = Mammifères, P = Plantes, R = Reptiles.
- **Type** : p = espèce résidente (sédentaire), r = reproduction (migratrice), c = concentration (migratrice), w = hivernage (migratrice).
- **Unité** : i = individus, p = couples, adults = Adultes matures, area = Superficie en m2, bfemales = Femelles reproductrices, cmales = Mâles chanteurs, colonies = Colonies, fstems = Tiges florales, grids1x1 = Grille 1x1 km, grids10x10 = Grille 10x10 km, grids5x5 = Grille 5x5 km, length = Longueur en km, localities = Stations, logs = Nombre de branches, males = Mâles, shoots = Pousses, stones = Cavités rocheuses, subadults = Sub-adultes, trees = Nombre de troncs, tufts = Touffes.
- **Catégories du point de vue de l'abondance (Cat.)** : C = espèce commune, R = espèce rare, V = espèce très rare, P: espèce présente.
- **Qualité des données** :G = «Bonne» (données reposant sur des enquêtes, par exemple); M =«Moyenne» (données partielles + extrapolations, par exemple); P = «Médiocre» (estimation approximative, par exemple); DD = Données insuffisantes.
- **Population** : A =  $100 \geq p > 15\%$  ; B =  $15 \geq p > 2\%$  ; C =  $2 \geq p > 0\%$  ; D = Non significative.
- **Conservation** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Moyenne / réduite».
- **Isolement** : A = population (presque) isolée ; B = population non isolée, mais en marge de son aire de répartition ; C = population non isolée dans son aire de répartition élargie.
- **Evaluation globale** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative».

### 3.3 Autres espèces importantes de faune et de flore

Espèce			Population présente sur le site				Motivation						
Groupe	Code	Nom scientifique	Taille		Unité	Cat.	Annexe Dir. Hab.		Autres catégories				
			Min	Max			C R V P	IV	V	A	B	C	D
P		<a href="#">Achillea ptarmica</a>			i	P							X
P		<a href="#">Calamagrostis canescens</a>			i	P							X
P		<a href="#">Carex elongata</a>			i	P							X
P		<a href="#">Cladium mariscus</a>			i	P							X
P		<a href="#">Colchicum autumnale</a>			i	P							X



P		<a href="#">Dactylorhiza maculata</a>			i	P			X			
P		<a href="#">Erica tetralix</a>			i	P						X
P		<a href="#">Festuca filiformis</a>			i	P						X
P		<a href="#">Juncus bulbosus</a>			i	P						X
P		<a href="#">Lycopodium clavatum</a>			i	P						X
P		<a href="#">Poa palustris</a>			i	P						X
P		<a href="#">Salix aurita</a>			i	P						X
P		<a href="#">Scirpus fluitans</a>			i	P						X
P		<a href="#">Scirpus sylvaticus</a>			i	P						X
P		<a href="#">Selinum carvifolia</a>			i	P						X
P		<a href="#">Silaum silaus</a>			i	P						X
P		<a href="#">Taraxacum palustre</a>			i	P						X
P		<a href="#">Teucrium scordium</a>			i	P						X
P		<a href="#">Thalictrum flavum</a>			i	P						X
P		<a href="#">Veronica scutellata</a>			i	P						X

- **Groupe** : A = Amphibiens, B = Oiseaux, F = Poissons, Fu = Champignons, I = Invertébrés, L = Lichens, M = Mammifères, P = Plantes, R = Reptiles.
- **Unité** : i = individus, p = couples, adults = Adultes matures, area = Superficie en m2, bfemales = Femelles reproductrices, cmales = Mâles chanteurs, colonies = Colonies, fstems = Tiges florales, grids1x1 = Grille 1x1 km, grids10x10 = Grille 10x10 km, grids5x5 = Grille 5x5 km, length = Longueur en km, localities = Stations, logs = Nombre de branches, males = Mâles, shoots = Pousses, stones = Cavités rocheuses, subadults = Sub-adultes, trees = Nombre de troncs, tufts = Touffes.
- **Catégories du point de vue de l'abondance (Cat.)** : C = espèce commune, R = espèce rare, V = espèce très rare, P: espèce présente.
- **Motivation** : IV, V : annexe où est inscrite l'espèce (directive « Habitats ») ; A : liste rouge nationale ; B : espèce endémique ; C : conventions internationales ; D : autres raisons.



## 4. DESCRIPTION DU SITE

### 4.1 Caractère général du site

Classe d'habitat	Pourcentage de couverture
N06 : Eaux douces intérieures (Eaux stagnantes, Eaux courantes)	1 %
N07 : Marais (vegetation de ceinture), Bas-marais, Tourbières,	2 %
N08 : Landes, Broussailles, Recrus, Maquis et Garrigues, Phrygana	5 %
N10 : Prairies semi-naturelles humides, Prairies mésophiles améliorées	30 %
N16 : Forêts caducifoliées	60 %
N23 : Autres terres (incluant les Zones urbanisées et industrielles, Routes, Décharges, Mines)	2 %

### Autres caractéristiques du site

Butte tertiaire argilo-sableuse boisée dominant la plaine alluviale de la Scarpe, avec développement de différentes forêts acidiphiles du Quercion *robori-petraeae* et du Carpinion.

Vulnérabilité : - Gestion sylvicole et cynégétique devant prendre en compte la fragilité de certains habitats intraforestiers qui pourraient être entretenus avec l'aide d'autres partenaires (débroussaillage ponctuel, fauche des layons avec exportation de la matière organique, ...). La préservation des mares oligotrophes acides et des habitats tourbeux qui leur sont associés nécessitent en effet certaines interventions ponctuelles régulières (coupe des saules et des bouleaux en périphérie immédiate), tout drainage ou modification des conditions hydrologiques superficielles étant à exclure car elles feraient disparaître la plupart des végétations les plus précieuses.

- Système alluvial au parcellaire très morcelé, l'état de conservation des habitats prairiaux et forestiers étant très variable suivant les secteurs (tendance à l'abandon des parcelles les moins intensifiées avec reboisement en peupliers) Les habitats alluviaux prairiaux mésotrophes et bas-marais dépendent du niveau et de la qualité des eaux d'inondation et des pratiques agricoles non intensives (fauche de début d'été ou pâturage).

### 4.2 Qualité et importance

Ce site est ponctué de nombreuses mares oligotrophes acides, en périphérie desquelles s'observent quelques fragments de tourbières boisées riches en sphaignes. Système alluvial associé dont les caractéristiques géologiques, édaphiques, topographiques et écologiques sont d'une très grande originalité, avec vestiges de bas-marais et maintien de prairies mésotrophes acidoclines à neutroclines d'une réelle valeur patrimoniale car en forte régression dans les plaines alluviales plus ou moins tourbeuses du Nord de la France.

A cet égard, les habitats d'intérêt communautaire les plus précieux et/ou les plus représentatifs, même s'ils n'occupent que de faibles surfaces, sont les suivants : herbiers immergés des eaux mésotrophes acides [*Scirpetum fluitantis*], pelouses oligo-mésotrophes acidoclines du *Violion caninae*, Bas-marais tourbeux acidiphile subatlantique du *Selino carvifoliae*-*Juncetum acutiflori*, rarissime dans les plaines du Nord de la France et plus ou moins en limite d'aire vers l'Ouest, Prairie de fauche mésotrophe hygrocline, subatlantique à nord-atlantique [*Silao silai-Colchicetum autumnalis*], Chênaie-Bétulaie oligo-mésotrophe [*Querco robori-Betuletum pubescentis*] apparaissant sous diverses variantes.

D'autres habitats relevant de l'annexe I sont présents, mais ils apparaissent aujourd'hui fragmentés. Cependant, les potentialités de restauration demeurent très grandes (forêts alluviales, pelouses maigres du *violion caninae*, landes sèches à callunes...).



### 4.3 Menaces, pressions et activités ayant une incidence sur le site

Il s'agit des principales incidences et activités ayant des répercussions notables sur le site

Incidences négatives				
Importance	Menaces et pressions [code]	Menaces et pressions [libellé]	Pollution [code]	Intérieur / Extérieur [i o b]
H	C01.01.01	Carrières de sable et graviers		O
L	H05	Pollution des sols et déchets solides (hors décharges)		I
L	J02.01.03	Comblement des fossés, digues, mares, étangs, marais ou trous		I
M	A01	Mise en culture (y compris augmentation de la surface agricole)		I
M	A02	Modification des pratiques culturales (y compris la culture perenne de produits forestiers non ligneux : oliviers, vergers, vignes )		I
M	A04.03	Abandon de systèmes pastoraux, sous-pâturage		I
M	A07	Utilisation de biocides, d'hormones et de produits chimiques		I
M	B01.02	Plantation forestière en terrain ouvert (espèces allochtones)		I
M	B02.01	Replantation d'arbres dans une plantation forestière (après éclaircie )		I
M	B02.02	Coupe forestière (éclaircie, coupe rase )		I
M	H01	Pollution des eaux de surfaces (limniques et terrestres, marines et saumâtres)		I
M	J02.06	Captages des eaux de surface		I
M	K01.03	Assèchement		I
M	K02.02	Accumulation de matière organique		I
M	K02.03	Eutrophisation (naturelle)		I
Incidences positives				
Importance	Menaces et pressions [code]	Menaces et pressions [libellé]	Pollution [code]	Intérieur / Extérieur [i o b]
L	C01.01.01	Carrières de sable et graviers		I

- **Importance** : H = grande, M = moyenne, L = faible.
- **Pollution** : N = apport d'azote, P = apport de phosphore/phosphate, A = apport d'acide/acidification, T = substances chimiques inorganiques toxiques, O = substances chimiques organiques toxiques, X = pollutions mixtes.
- **Intérieur / Extérieur** : I = à l'intérieur du site, O = à l'extérieur du site, B = les deux.

### 4.4 Régime de propriété

Type	Pourcentage de couverture
Propriété privée (personne physique)	%



Domaine départemental	%
-----------------------	---

#### 4.5 Documentation

Publications de Bruno de Foucault, données ZNIEFF, prospections réalisées dans le cadre de la Directive Habitats, études du Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique de Bailleul pour le compte du Conseil Général du Nord.

Lien(s) :

#### 5.1 Types de désignation aux niveaux national et régional

Code	Désignation	Pourcentage de couverture
13	Terrain acquis par un département	9 %
80	Parc naturel régional	100 %

#### 5.2 Relation du site considéré avec d'autres sites

Désignés aux niveaux national et régional :

Code	Appellation du site	Type	Pourcentage de couverture
------	---------------------	------	---------------------------

Désignés au niveau international :

Type	Appellation du site	Type	Pourcentage de couverture
------	---------------------	------	---------------------------

#### 5.3 Désignation du site

### 6. GESTION DU SITE

#### 6.1 Organisme(s) responsable(s) de la gestion du site

Organisation : Bureau de l'environnement en ce qui concerne les propriétés du Conseil général du Nord.

Adresse :

Courriel :

#### 6.2 Plan(s) de gestion

Existe-il un plan de gestion en cours de validité ?

Oui

Non, mais un plan de gestion est en préparation.

Non





### 6.3 Mesures de conservation

Etude demandée au Centre régional de phytosociologie / Conservatoire par le Conseil Général du Nord sur sa propriété pour 1999.

**ANNEXE 8**

**DONNEES METEOROLOGIQUES DE LILLE-  
LESQUIN**



## ROSE DES VENTS

Vent horaire à 10 mètres, moyenné sur 10 mn

Du 01 JANVIER 2000 au 31 DÉCEMBRE 2013

### LILLE-LESQUIN (59)

Indicatif : 59343001, alt : 47 m., lat : 50°34'12"N, lon : 03°05'48"E

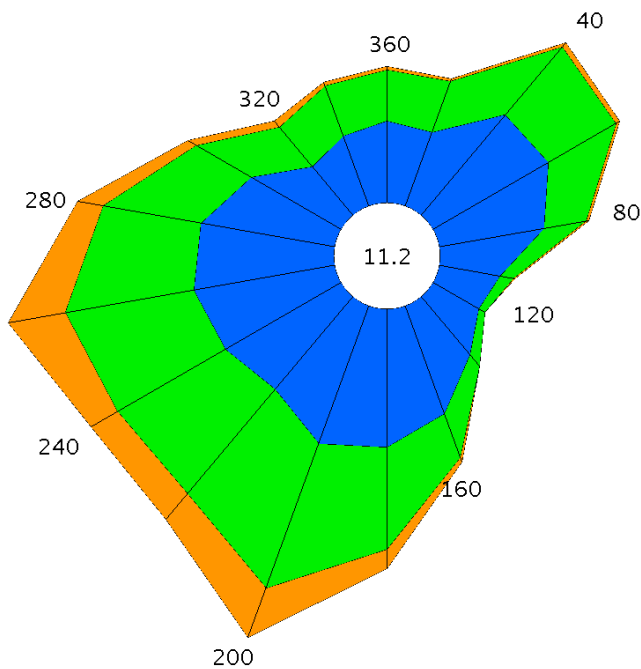
Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %

Valeurs trihoraires entre 0h00 et 21h00, heure UTC

#### Tableau de répartition

Nombre de cas étudiés : 40787

Manquants : 125

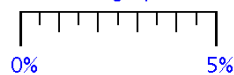


Dir.	[ 5.0;16.0 [	[ 16.0; 29.0 ]	> 29.0 km/h	Total
20	2.0	1.4	+	3.5
40	3.3	2.3	0.2	5.8
60	3.4	2.0	0.1	5.5
80	2.7	1.1	+	3.9
100	1.6	0.4	+	2.0
120	1.3	0.2	0.0	1.5
140	1.9	0.4	+	2.3
160	2.9	1.2	0.1	4.3
180	3.5	2.6	0.5	6.6
200	3.7	3.9	1.3	9.0
220	3.1	3.5	0.8	7.4
240	3.4	3.2	0.8	7.4
260	3.7	3.3	1.5	8.5
280	3.5	2.6	0.7	6.7
300	2.7	1.6	0.2	4.5
320	1.6	1.3	0.2	3.1
340	1.9	1.4	+	3.4
360	2.1	1.3	+	3.5
Total	48.4	33.6	6.8	88.8
[ 0;5.0 [				11.2

#### Groupes de vitesses (km/h)



#### Pourcentage par direction



Dir. : Direction d'où vient le vent en rose de 360° : 90° = Est, 180° = Sud, 270° = Ouest, 360° = Nord  
le signe + indique une fréquence non nulle mais inférieure à 0.1%

**N.B.** : La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues, en l'état ou sous forme de produits dérivés, est strictement interdite sans l'accord de METEO-FRANCE



## STATISTIQUES INTER-ANNUELLES

De 2000 à 2013

### LILLE-LESQUIN (59)

Indicatif : 59343001, alt : 47 m., lat : 50°34'12"N, lon : 03°05'48"E

Éléments météorologiques	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
<b>Températures</b>													
<u>moyenne des températures :</u>													
minimales quotidiennes : Tn	1.6	1.8	3.6	6.1	9.3	12.2	14.1	14.0	11.4	8.8	5.1	2.0	7.5
maximales quotidiennes : Tx	6.3	7.3	10.9	15.2	18.3	21.4	23.3	23.3	20.4	15.7	10.5	6.6	14.9
moyennes quotidiennes : (Tn+Tx)/2	3.9	4.6	7.2	10.6	13.8	16.8	18.7	18.7	15.9	12.2	7.8	4.3	11.2
minimale la plus basse	-13.4	-11.8	-10.5	-3.2	1.9	2.0	6.8	6.9	4.3	-3.4	-4.3	-10.2	-13.4
date	17/2013	4/2012	13/2013	7/2013	18/2005	9/2001	12/2000	31/2011	30/2012	24/2003	28/2010	18/2010	17/1/2013
maximale la plus élevée	15.2	16.6	21.5	27.9	31.7	34.5	36.0	36.6	33.1	27.8	18.3	15.9	36.6
date	18/2007	3/2004	23/2012	15/2007	27/2005	27/2011	19/2006	10/2003	5/2013	1/2011	3/2005	7/2000	10/8/2003
<u>nombre moyen de jours :</u>													
de fortes gelées (Tn <= -5°C)	2.4	1.1	0.2	.	.	.	.	.	.	.	.	1.5	5.2
de gel (Tn <= 0°C)	11.0	9.3	4.9	1.3	.	.	.	.	.	0.6	1.9	10.2	39.2
sans dégel (Tx <= 0°C)	2.4	1.4	0.3	.	.	.	.	.	.	.	0.1	1.6	5.8
chauds (Tx >= 25°C)	.	.	.	0.9	2.9	5.5	10.5	8.0	3.5	0.2	.	.	31.5
très chauds (Tx >= 30°C)	.	.	.	.	0.1	0.9	2.1	2.3	0.4	.	.	.	5.8
<b>Précipitations</b>													
hauteur moyenne mensuelle	53.5	50.4	55.5	47.4	64.2	55.6	86.4	79.4	53.2	67.1	76.8	71.1	760.6
hauteur maximale quotidienne	23.0	19.4	39.1	23.4	42.8	34.6	59.4	62.8	33.0	55.7	31.4	32.4	62.8
date	12/2004	10/2005	5/2012	4/2012	8/2006	14/2006	3/2005	19/2005	3/2011	10/2013	13/2010	2/2000	19/8/2005
<u>nombre moyen de jours :</u>													
avec hauteur quotidienne >= 1 mm	10.7	10.3	9.8	9.4	10.8	8.8	11.2	10.1	8.8	11.4	14.1	11.9	127.3
avec hauteur quotidienne >= 10 mm	1.1	0.8	1.5	0.8	1.7	1.8	3.2	2.4	1.4	1.6	2.3	2.0	20.6
<b>ETP</b>													
moyenne des ETP mensuelles	13.0	20.0	47.4	82.1	108.6	124.9	130.8	111.1	68.9	35.3	14.7	11.7	768.5
<b>Insolation</b>													
durée moyenne mensuelle	62.8	71.5	125.4	180.2	188.0	200.8	200.2	184.6	161.3	109.3	56.2	56.2	1596.3
<b>Rayonnement (2011/2013)</b>													
moyenne mensuelle	8442	15277	29396	40988	49438	-	57223	-	36289	-	9338	7662	-
<b>Vent</b>													
moyenne du vent moyen	17.9	17.2	16.6	15.3	15.1	13.7	13.6	13.0	13.2	15.0	15.7	16.9	15.3
maximum du vent instantané quotidien	126.0	111.6	100.8	93.6	104.4	97.2	88.2	93.6	97.2	122.4	109.4	100.8	126.0
date	18/2007	23/2002	12/2008	26/2002	13/2002	23/2004	21/2009	15/2001	11/2008	27/2002	11/2010	30/2006	18/1/2007
<u>nombre moyen de jours :</u>													
avec rafales > 16 m/s (soit 58 km/h)	-	6.0	6.0	4.4	4.1	2.4	3.4	2.3	3.0	4.2	5.7	7.1	-
avec rafales > 28 m/s (soit 100 km/h)	-	0.2	0.1	.	0.3	.	.	.	.	0.2	0.1	0.1	-
<b>Occurrences</b>													
<u>nombre moyen de jours :</u>													
de neige	4.4	5.3	3.2	0.8	0.1	.	.	.	.	.	1.1	3.9	18.8
de grêle	0.1	0.1	0.1	.	0.1	.	0.1	0.1	.	.	.	0.1	0.7
d'orage	0.4	0.4	0.3	1.4	2.8	3.0	4.1	2.9	1.2	0.6	0.4	0.2	17.7
de brouillard	5.7	4.1	3.6	2.2	2.6	1.1	1.3	2.1	4.4	4.7	6.9	7.4	46.1

- : donnée manquante ; lorsqu'un paramètre n'est pas mesuré il n'y a pas de valeur associée (colonne ou case vide) ; . : donnée égale à 0

Unités : les températures sont exprimées en degrés Celsius (°C), les précipitations et l'évapotranspiration potentielle (ETP) en millimètres (mm), les durées d'insolation en heures, le rayonnement en Joules/cm², le vent en km/h et les occurrences en nombre de jours.

Lorsque la période de mesure d'un paramètre diffère de la période globale, la période de mesure de ce paramètre est précisée entre parenthèses.

**ANNEXE 9**

**NOTE DE CALCUL – D9/D9A**

**DIMENSIONNEMENT DES BESOINS EN EAU POUR LA DEFENSE EXTERIEURE CONTRE L'INCENDIE**

*d'après le document technique D9 de l'INESC-FFSA-CNPP édition 09.2001.0 de septembre 2001*

**AFFAIRE:** Dalkia

<b>DESCRIPTION SOMMAIRE DU RISQUE</b>				
<b>Critère</b>	<b>Coefficients additionnels</b>	<b>Coefficients retenus pour le calcul</b>		<b>Commentaires</b>
		<b>Activité</b>	<b>Stockage</b>	
<b>Hauteur de stockage<sup>(1)</sup></b> - Jusqu'à 3 m - Jusqu'à 8 m - Jusqu'à 12 m - Au-delà de 12 m	0 + 0,1 + 0,2 + 0,5			
<b>Type de construction<sup>(2)</sup></b> - Ossature stable au feu ≥ 1 heure - Ossature stable au feu ≥ 30 minutes - Ossature stable au feu < 30 minutes	-0,1 0 +0,1	0		
<b>Types d'interventions internes</b> - Accueil 24h/24 (présence permanente à l'entrée) - DAI généralisée reportée 24h/24 7j/7 en télésurveillance ou au poste de secours 24h/24 lorsqu'il existe, avec des consignes d'appels - Service de sécurité incendie 24h/24 avec moyens appropriés équipe de seconde intervention, en mesure d'intervenir 24h/24	-0,1 -0,1 -0,3*	-0,1		
<b>Σ coefficients</b>		-0,1	0	
<b>1 + Σ coefficients</b>		0,9	1	
<b>Surface de référence (S en m<sup>2</sup>)</b>		377		
<b>Qi<sup>3</sup> =</b>		20	0	
<b>Catégorie de risque<sup>(4)</sup></b> (1, 2, ou 3)		1		Fascicule A - 1
<b>Risque sprinklé<sup>(5)</sup> Q1, Q2 ou Q3 divisé par 2</b> (OUI/ NON)		OUI		
<b>Débit réel requis (Q en m<sup>3</sup>/h)</b>		<b>10</b>		
<b>Débit requis minimum<sup>(6) (7)</sup> (Q en m<sup>3</sup>/h), arrondi au multiple de 30 le plus proche</b>		<b>0</b>		

<sup>(1)</sup> Sans autre précision, la hauteur de stockage doit être considérée comme étant égale à la hauteur du bâtiment moins 1 m (cas des

<sup>(2)</sup> Pour ce coefficient, ne pas tenir compte du sprinkleur.

<sup>(3)</sup> Qi : débit intermédiaire du calcul en m<sup>3</sup>/h

<sup>(4)</sup> La catégorie de risque est fonction du classement des activités et stockages.

<sup>(5)</sup> Un risque est considéré comme sprinklé si :

- protection autonome, complète et dimensionnée en fonction de la nature du stockage et de l'activité
- installation entretenue et vérifiée régulièrement ;
- installation en service en permanence.

<sup>(6)</sup> Aucun débit ne peut être inférieur à 60 m<sup>3</sup>/h.

<sup>(7)</sup> La quantité d'eau nécessaire sur le réseau sous pression (cf. § 5 alinéa 5) doit être distribuée par des hydrants situés à moins de 100 m des entrées de chacune des cellules du bâtiment et distants entre eux de 150 m maximum.

\* Si ce coefficient est retenu, ne pas prendre en compte celui de l'accueil 24h/24.

**DIMENSIONNEMENT DES RETENTIONS EN EAU D'EXTINCTION**

*d'après le document technique D9A de l'INESC-FFSA-CNPP édition 08.2004.0 de août 2004*

**AFFAIRE:**

Besoins pour la lutte extérieure		Résultat document D9 : (Besoins x 2 heures)	120
Moyens de lutte intérieure contre l'incendie	Sprinkleurs	Volume réserve intégrale de la source principale ou (besoins x durée théorique maxi de fonctionnement)	
	Rideau d'eau	Besoins x 90 mn	0
	RIA	A négliger	0
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage (en gal. 15-25 mn)	0
	Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis	0
Volumes d'eau liés aux intempéries		10 l/m <sup>2</sup> de surface de drainage	7,93
Présence de stock de liquides		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	0
Volume total de liquides à mettre en rétention			128 m <sup>3</sup>

**ANNEXE 10**

**COMPATIBILITE AU SDAGE**



Dispositions du SDAGE		Dispositions prévues sur le site
<b>Thème 1 – Eau et Santé</b>		
T1-O1	Assurer à la population, de façon continue, la distribution d’une eau potable de qualité	Non applicable
T1-O2	Favoriser la baignade en toute sécurité sanitaire, notamment en fiabilisant prioritairement les sites de baignades aménagés et en encourageant leur fréquentation	Non applicable
<b>Thème 2 – Eau et Pollution</b>		
T2-O1	Réduire les pollutions responsables de la non atteinte du bon état des eaux	<p>L’ensemble des rejets du projet seront traités en amont de tout rejet au milieu naturel :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Les eaux de ruissellement de toiture et de voiries seront traitées par un séparateur hydrocarbure ;</li> <li>☞ Les eaux industrielles seront rejetées au réseau de la société Mc Cain pour traitement avant rejet au milieu naturel ;</li> <li>☞ Les eaux sanitaires seront prétraitées par une mini station sur le site de Dalkia puis rejetées vers le réseau de la société Mc Cain.</li> </ul>
T2-O2	Connaître et réduire les émissions de substances toxiques	<p>La société Dalkia disposera de l’ensemble des FDS des produits de maintenance utilisés.</p> <p>Aucun rejet de substances toxique ne sera réalisé.</p>
T2-O3	Veiller à une bonne gestion des systèmes d’assainissement publics et privés, et des boues d’épuration	<p>Les systèmes d’assainissement seront soit mis en œuvre par la société Mc Cain, soit par la station d’épuration communale.</p> <p>Seule une mini station d’épuration sera mis en œuvre sur le site pour les eaux sanitaires. La société Dalkia s’assurera de son fonctionnement par un entretien périodique.</p>
T2-O4	Réduire la pollution par les nitrates et les produits phytosanitaires d’origine agricole	L’installation ne sera pas à l’origine de rejet de produits phytosanitaires.
T2-O5	Réduire la pollution par les produits phytosanitaires d’origine non agricole	L’installation ne sera pas à l’origine de rejet de produits phytosanitaires.
T2-O6	Réduire la pollution de la ressource en eau afin d’assurer à la population la distribution d’une eau de qualité	Cf. T2-O1
T2-O7	Protéger le milieu marin en agissant à la source sur les eaux continentales	Cf. T2-O1
<b>Thème 3 – Eau, nature et biodiversité</b>		

Dispositions du SDAGE		Dispositions prévues sur le site
T3-01	Appuyer la gestion des milieux aquatiques sur des connaissances, en particulier en ce qui concerne leurs fonctionnalités	Non applicable
T3-02	Organiser la gestion des cours d'eau et des plans d'eau et y mettre en place des actions respectueuses de ces milieux, et en particulier de leurs fonctionnalités	Non applicable
T3-03	Restaurer ou sauvegarder les fonctionnalités naturelles des milieux aquatiques, et notamment la fonction d'auto-épuration	Non applicable
T3-04	Arrêter la dégradation des écosystèmes aquatiques	Cf. T2-01
T3-05	Mettre en œuvre une gestion piscicole durable	Non applicable
T3-06	Renforcer l'information des acteurs locaux sur les fonctionnalités des milieux aquatiques et les actions permettant de les optimiser	Non applicable
T3-07	Préserver les zones humides	Le projet ne sera pas à l'origine de la création de nouvelles surfaces imperméabilisées. Le projet s'implantera sur le site d'exploitation de la société Mc Cain.
T3-08	Respecter les bonnes pratiques en matière de gestion des milieux aquatiques	Non applicable
<b>Thème 4 – Eau et rareté</b>		
T4-01	Prévenir les situations de surexploitation et de déséquilibre quantitatif de la ressource en eau	Le projet sera à l'origine d'une consommation en eau relativement faible. En effet, seule l'eau utilisée pour les besoins du personnel et la maintenance du site sera utilisé, soit un total d'environ 200 m <sup>3</sup> par an.
T4-02	Favoriser la surveillance de l'impact du climat sur les eaux	Non applicable
<b>Thème 5 – Eau et aménagement du territoire Partie 5A - Inondations</b>		
T5A-01	Objectif 2 du PGRI : Améliorer la connaissance et développer la culture du risque	Non applicable
T5A-02	Objectif 3 du PGRI : Aménager durablement les territoires	
T5A-03	Objectif 4 du PGRI : Prévenir le risque par une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau	
T5A-04	Identifier et reconquérir les zones d'expansion de crues	
T5A-05	Limiter le rejet des eaux pluviales dans les cours d'eau, encourager l'infiltration	Le projet ne modifiera pas la gestion des eaux pluviales actuelles du site. En effet, le projet s'implantera sur une zone imperméabilisée actuellement exploitée par la société Mc Cain.

Dispositions du SDAGE		Dispositions prévues sur le site
T5A-06	Limiter l'accélération et l'augmentation du ruissellement sur les bassins versants ruraux et périurbains, par la préservation des zones humides et le développement d'infrastructures agro-écologiques	Cf. T5A-05
T5A-07	Prévenir le risque de coulées d'eau boueuse	Cf. T5A-05
<b>Thème 5 – Eau et aménagement du territoire</b> <b>Partie 5B – Préservation des ressources naturelles</b>		
T5B-01	Dans des situations de déséquilibre quantitatif sur les ressources ou les rejets en eau, limiter l'impact des urbanisations nouvelles et des projets nouveaux	Cf. T5A-05
T5B-02	Préserver de toute urbanisation les parties de territoire à fort intérêt naturel	Le projet s'implantera sur une zone dédiée aux activités industrielles et dont la zone n'a pas été identifiée comme une zone ayant un potentiel naturel fort.
<b>Thème 5 – Eau et aménagement du territoire</b> <b>Partie 5C – Alimentation en eau potable et assainissement des zones ouvertes à l'urbanisation</b>		
T5C-01	L'ouverture à l'urbanisation d'un nouveau secteur ne peut pas être envisagée si la collecte et le traitement des eaux usées (assainissement collectif ou non collectif) qui en seraient issues ne peuvent pas être effectués dans des conditions conformes à la réglementation en vigueur et si l'urbanisation n'est pas accompagnée par la programmation des travaux et actions nécessaires à la réalisation ou à la mise en conformité des équipements de collecte et de traitement.	Non applicable
T5C-02	L'ouverture à l'urbanisation d'un nouveau secteur ne peut pas être envisagée si l'alimentation en eau potable de ce secteur ne peut pas être effectuée dans des conditions conformes à la réglementation en vigueur et si l'urbanisation n'est pas accompagnée par la programmation des travaux et actions nécessaires à la réalisation ou à la mise en conformité des équipements de distribution et de traitement	Non applicable
<b>Thème 6 – Eau et gouvernance</b>		
T6-01	Anticiper en mettant en place une gestion des eaux gouvernée par une vision à long terme, accordant une importance égale aux différents piliers du développement durable, à savoir les aspects économiques, environnementaux et socio-culturels	Non applicable
T6-02	Aborder la gestion des eaux à l'échelle de la totalité du district hydrographique, ce qui suppose notamment de développer les collaborations transfrontalières et, de manière générale, de renforcer tous les types de solidarité entre l'amont et l'aval	Non applicable
T6-03	Renforcer la participation du public et de l'ensemble des acteurs intéressés pour les questions liées à l'eau et prendre en compte leurs intérêts équitablement	Non applicable
T6-04	Mieux connaître, pour mieux gérer	Non applicable

<b>Dispositions du SDAGE</b>		<b>Dispositions prévues sur le site</b>
T6-05	Mettre en place une gouvernance adaptée aux enjeux de la Directive cadre sur l'Eau (DCE) et de la Directive inondation (DI).	Non applicable

**ANNEXE 11**

**PLAN DE SURVEILLANCE DES GAZ A EFFET  
DE SERRE**

## **ANNEXE 12**

**AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE :  
PROJET DE LIGNE DE BUS AU SEIN DES  
COMMUNAUTES D'AGGLOMERATION DE  
LENS/LIEVIN ET HENIN/CARVIN**



PRÉFET DE LA RÉGION  
NORD – PAS-DE-CALAIS  
PICARDIE

Direction Régionale de l'Environnement,  
de l'Aménagement et du Logement

18 MARS 2016

## Avis de l'Autorité environnementale

Objet : avis de l'Autorité environnementale sur le projet de création de lignes de bus au sein des communautés d'agglomération de Lens/Liévin et d'Hénin/Carvin.  
Réf : 2016-024

Le projet de création de quatre lignes de bus à haut niveau de service dans les communautés d'agglomération de Lens/Liévin et Hénin/Carvin est soumis à étude d'impact au titre de la rubrique 6d [création de plus de 3 kilomètres de routes] du tableau annexé à l'article R.122-2 du code de l'environnement.  
En application de l'article L.122-1 du code de l'environnement, il est soumis à l'avis de l'Autorité environnementale.

L'avis porte sur la version de décembre 2015 de l'étude d'impact, éclairée par les autres dossiers composant la demande de déclaration publique et complétée, par la note du Syndicat Mixte des Transports Artois-Gohelle du 4 mars 2016, en ce qui concerne l'impact potentiel du projet sur l'ouverture à l'urbanisation.

### 1. Présentation du projet

Le projet concerne la création de quatre lignes de bus (lignes 1, 3, 5 et 7), sur voies banalisées ou en site propre, appelées "Bulles" (Fig. 1). Ces lignes traversent 21 communes au sein des communautés d'agglomération de Lens/Liévin et d'Hénin/Carvin. Leurs tracés s'inscrivent dans un milieu essentiellement urbain interceptant néanmoins des espaces naturels et agricoles. Les lignes se caractérisent comme suit :

- la Bulle 1 (24 km), structurant le territoire, forme une dorsale Est-Ouest reliant Noyelles-Godault à Liévin en passant par Hénin-Beaumont et la gare de Lens ;
- la Bulle 3 (14 km), reliant le centre commercial Lens 2 à Avion, a un rôle de rabattement vers la gare de Lens ;
- la Bulle 5 (22 km) relie la gare de Lens à la gare de Libercourt. Elle joue un rôle de rabattement vers chacun de ces deux pôles et est définie comme un axe complémentaire ;
- la Bulle 7 (13 km), reliant la gare de Libercourt à la gare d'Hénin-Beaumont, est définie également comme un axe complémentaire.

Avec une part modale des transports en commun actuellement faible de 3,2 %, l'objectif est d'améliorer la qualité de l'offre et leur performance pour répondre aux besoins de déplacements et rendre plus attractif leur usage. Pour permettre une augmentation du niveau de service, la création de voies en site propre mono ou bi-directionnelles, l'adaptation de giratoires et la mise en place de systèmes de priorisation par feux de circulation sont prévues.

Outre l'aménagement de voiries et des systèmes de gestion des eaux pluviales associés, ce projet s'accompagne de la création de 114 stations, de deux d'ouvrages d'art, et d'un parking relais. Une piste cyclable sera créée le long du tracé de la Bulle 1 et partiellement le long des trois autres lignes.

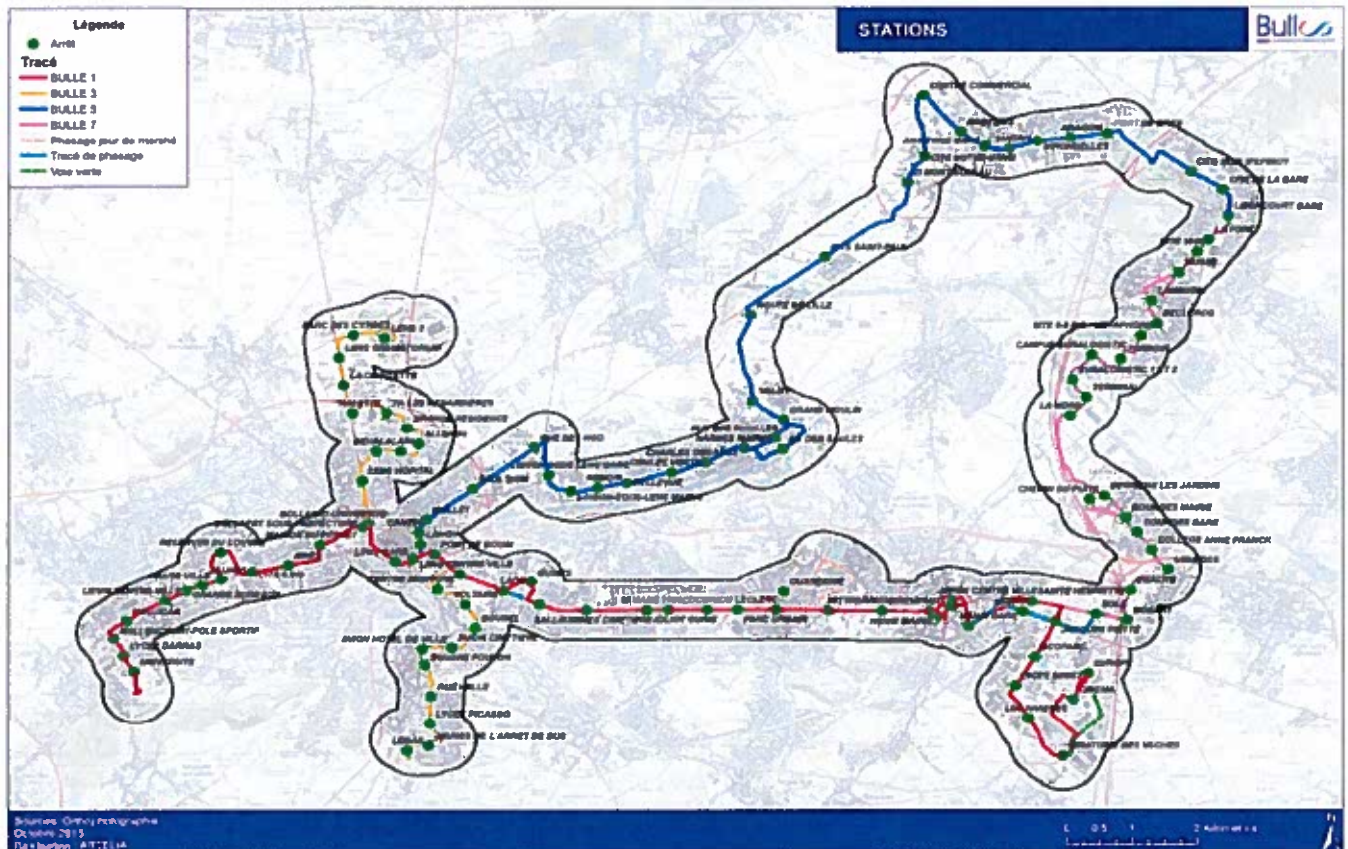


Fig. 1 : Tracé des 4 bulles et stations (Source : Étude d'impact)

Lignes	Bulle 1	Bulle 3
Terminus	Liévin Stade Couvert / Noyelles-Godault Europe	Avion République – Centre commercial Lens 2 / ZAE
Kilométrage (tracé de base – hors variantes)	25,76 km	15,34 km
Nombre de stations	38	25
Intervalle de passage en HP	7 min	7 min
Intervalle de passage en HC	15 min	15 min
Amplitude horaire	5h-23h	5h-23h
Vitesse commerciale estimée (objectif)	23 km/h (23)	22 km/h (23)

Lignes	Bulle 5	Bulle 7
Terminus	Lens Gare / Libercourt Gare	Libercourt Gare / Hénin Gare
Kilométrage (tracé de base – hors variantes)	23,25 km	13,36 km
Nombre de stations (tracé de base)	31	20
Intervalle de passage en HP	15 min	15 min
Intervalle de passage en HC	30 min	30 min
Amplitude horaire	5h-23h	5h-23h
Objectif de vitesse commerciale	24 km/h (23)	24 km/h (23)

Fig. 2 : Offre de service pour les Bulles 1, 3, 5 et 7 (Source : Notice explicative)

## 2. Qualité de l'étude d'impact et prise en compte de l'environnement dans le projet

L'étude d'impact est globalement conforme à l'article R.122-5 du code de l'environnement. Le projet est dans son ensemble correctement présenté, notamment en ce qui concerne l'offre de service des lignes de bus créées (Fig 2).

Les effets cumulés par rapport aux projets connus sont esquissés. Le dossier répond en partie aux observations de l'Autorité environnementale sur le projet de zone d'aménagement concerté dite "Centralité" à Lens<sup>1</sup>. Les effets de la création de voiries en site propre et d'un ouvrage d'art méritent d'être approfondis pour le futur quartier d'habitations de Sainte- Henriette à Henin Beaumont déjà cerné par des infrastructures routières et ferrées<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> [http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/150624\\_-\\_ZAC\\_centralite\\_Lens\\_62\\_-\\_delibere\\_cle73d171.pdf](http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/150624_-_ZAC_centralite_Lens_62_-_delibere_cle73d171.pdf)

<sup>2</sup> [http://www.nord-pas-de-calais-picardie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/avis\\_ae\\_requalif\\_friche\\_ste\\_henriette\\_zac\\_realisation.pdf](http://www.nord-pas-de-calais-picardie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/avis_ae_requalif_friche_ste_henriette_zac_realisation.pdf)



L'Autorité environnementale considère que les principaux enjeux du projet sont liés à la préservation et à la mise en valeur du patrimoine naturel et paysager, à l'urbanisation et aux déplacements,.

## 2.1. Patrimoine naturel

### Biodiversité

Le projet concerne principalement le milieu urbain avec des passages au sein de milieux naturels. Des relevés de biodiversité ont été effectués sur des "zooms" stratégiques, d'août 2014 à août 2015, en plusieurs étapes choisies selon le moment le plus pertinent en fonction du groupe d'espèces étudié. Ils ont mis en évidence la présence d'une importante biodiversité du fait de la diversité des habitats, de la flore et de la faune.

Il apparaît que les impacts du projet sont principalement localisés au droit :

- du terail Sainte-Henriette (zoom 5) : des espèces végétales et animales protégées, comme l'avoine des prés, l'oseille ronde, le lézard des murailles et le crapaud calamite, sont présentes sur cette friche minière. Le projet risque de perturber l'avifaune, spécifiquement la fauvette grise dont l'habitat se situe sur la zone du tracé ;
- du bois d'Epinoy (zoom 8) : la création d'un site propre à deux voies sur un chemin forestier entraînera une fragmentation de cette zone humide boisée de type mégaphorbiaie, ce qui impactera fortement les amphibiens dont le triton palmé et la grenouille verte. Pour ces derniers, les zones de reproduction et d'estivage seront séparées. Par conséquent pour réduire l'impact, un crapauduc, dont une esquisse d'aménagement est présente dans l'étude d'impact sera installé. Son efficacité concernant le maintien de la continuité des déplacements reste à démontrer. Pour compenser l'impact sur l'habitat, des mares seront créées au sud de la future voie.
- et du campus Euralogistic (Marais d'Oignies - zoom 9) : cet espace, classé ZNIEFF de type 1, abrite des espèces protégées telles que la gesse des bois.

Des enjeux secondaires sont localisés au niveau d'un tronçon du cavalier du Mont Soleau. De nombreuses espèces végétales exotiques et invasives, telles que la vigne vierge commune, y sont présentes. Sa fonction de corridor écologique sera compensée par la création d'une haie multi-strate.

D'autres mesures compensatoires sont brièvement listées : acquisition d'une friche, compensations pour les boisements et zones humides, création d'un gîte estival pour chiroptères, récolte et transfert de végétaux patrimoniaux, plantations d'arbres et haies basses. La mise en œuvre de ces principes doivent être explicités sous forme de mesures applicables : localisation, partenariats, mode de gestion, plans, calendrier de mise en œuvre, protocoles ... Les déplacements d'espèces, s'ils concernent des espèces protégées, devront faire l'objet d'une demande de dérogation au titre de l'article L.411-2 du code de l'environnement.

L'Autorité environnementale estime donc que l'état initial est correctement réalisé et que les mesures compensatoires envisagées ouvrent des pistes intéressantes mais qui méritent d'être consolidées. Eu égard aux impacts notables du projet au droit des zooms 5, 8 et 9, elle regrette que la compensation ait été privilégiée à l'évitement et la réduction.

### Eau

L'imperméabilisation des sols par la création de voiries, estimée à 12,3 hectares, sera limitée par la volonté d'utiliser au maximum la voirie existante.

Les périmètres de protection éloignés des captages des eaux à Avion et à Liévin sont traversés par le tracé des lignes. A Avion, le bus empruntera une voirie banalisée existante. En revanche, une voie en site propre sera créée à Liévin. Le dossier précise que ce nouvel aménagement sera réalisé après avis d'un hydrogéologue agréé, qui sera versé dans le cadre de l'instruction au titre de la loi sur l'eau.

### Patrimoine paysager, architectural et culturel

Le projet se situe au sein du bassin minier, inscrit sur la liste du patrimoine mondial de l'Unesco au titre de « paysage culturel évolutif ». Plusieurs éléments sont concernés par le projet de lignes de bus tels que le terail de Sainte-Henriette, le terail 110 d'Oignies, la cité Foch à Hénin-Beaumont et des bâtiments présents dans le

périmètre de la zone tampon de biens inscrits au patrimoine mondial de l'Unesco. L'utilisation de voiries existantes en site banalisé et sans élargissement n'impactera pas les biens inscrits. Cependant, des bâtiments situés rue Paul-Bert à Lens, en zone tampon, sont prévus être détruits pour permettre un passage du bus sous la voie ferrée en alternative au pont Césarine.

Par ailleurs, le dossier oublie de mentionner le projet de classement de la chaîne des terrils au titre de la loi du 2 mai 1930, en attente de décret en Conseil d'Etat. De manière générale, le tracé privilégie les voies existantes à bonne distance des terrils objets du classement. Il peut néanmoins ponctuellement s'en rapprocher (62SC38-T33 dit du téléphérique et 62SC39-T25, Sainte-Henriette) et même les traverser (62SC38-T35 9/9 Bis d'Oignies).

Malgré l'ambition affichée d'une meilleure visibilité et attractivité de ces éléments, il est peu fait mention des effets du projet sur le patrimoine paysager et architectural. L'Autorité environnementale recommande, à défaut d'évitement des impacts par une évolution du tracé, à ce que l'insertion visuelle des ouvrages d'art et des équipements en surélévation de la ligne de bus soit approfondie.

## **2.2. Aménagement du territoire**

Le dossier, tout en signifiant que les lignes dans les zones urbaines denses renforceront et dynamiseront l'armature urbaine existante, présente le risque d'une ouverture à l'urbanisation d'espaces naturels et agricoles, dès lors que des stations sont situées en milieu semi-urbain ou rural (pièce F - page 224). Les compléments apportés le 4 mars 2016 par le pétitionnaire (mesures du Plan de déplacement urbain (PDU) et du Schéma de cohérence (SCoT) encadrant l'urbanisation future, suppression de l'arrêt "Crématorium" à Vendin le Vieil et indications des zonages des PLU en vigueur) sont de nature à encadrer l'étalement urbain le long du tracé des lignes.

## **2.3. Transport et déplacements**

La mise en place de ce réseau de lignes de bus entraînera une adaptation des plans de circulation, dont les impacts seront localisés :

- augmentation du trafic automobile au carrefour Bollaert à Lens ou encore à l'intersection entre la Rue des Fusillés et l'Avenue Schweitzer à Hénin-Beaumont,
- nuisances associées à la création de nouveaux itinéraires de circulation pour les bus illustrées dans l'étude acoustique.

Le synoptique du bilan de stationnement est présenté dans la notice explicative (pièce C - page 98). Le projet s'adosse sur des parcs relais existants. La capacité d'accueil du parc de stationnement de Méricourt, seul parc créé, reste à préciser. En fonction des pièces du dossier, le nombre de places de stationnement après mise en service des lignes de bus serait inférieur ou égal à l'offre actuelle. Le bilan global de l'offre de stationnement reste donc à confirmer. L'Autorité environnementale considère que la réduction de l'offre de stationnement accompagnant un projet de transport en commun peut être propice à amplifier la diminution de la part modale de la voiture individuelle.

L'étude d'impact indique une légère augmentation des transports en commun de 1,6 % entre 2013 et 2020 au détriment des déplacements automobile. Ce report modal est de nature à favoriser le bilan global du projet en matière d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques.

L'utilisation d'un matériel roulant de type hybride sur la Bulle 1 contribue également à une diminution des émissions de polluants et des gaz à effet de serre. La généralisation à long terme de bus hybrides pourrait être envisagée conformément aux orientations du Schéma régional climat air énergie du Nord-Pas de Calais (orientation AIR3).

### 3. Conclusions

L'étude d'impact est globalement conforme à l'article R.122-5 du code de l'environnement.

Le projet d'augmentation du niveau de service des lignes de bus Bulles 1, 3, 5 et 7 est de nature à faciliter la mobilité des habitants, à améliorer l'accessibilité des services et à favoriser un report modal de la voiture vers les transports en commun.

L'Autorité environnementale signale que le projet, tel que défini à ce stade, nécessitera une demande de dérogation pour les déplacements ou destructions d'espèces protégées.

Pour une meilleure prise en considération des enjeux environnementaux et sanitaires, l'Autorité environnementale recommande de renforcer le dossier sur les points suivants :

- insérer, dans le dossier de demande d'utilité publique, les éléments issus de la note complémentaire du 4 mars 2016 permettant d'encadrer l'urbanisation autour des stations ;
- étayer la justification du tracé et consolider le projet dans le secteur de Sainte-Henriette, eu égard aux effets cumulés du passage de la ligne de bus en site propre et de la création d'un ouvrage d'art dans un futur quartier d'habitations bordé par des infrastructures linéaires d'une part, et aux enjeux naturels et patrimoniaux du site d'autre part,
- développer l'argumentaire du choix du tracé aux niveaux du bois d'Epinoy et du campus Euralogistic en privilégiant l'évitement et la réduction de ses impacts sur les enjeux naturels,
- approfondir les réflexions sur les compensations des impacts sur la biodiversité et les traduire d'un point de vue opérationnel.

Pour le préfet et par délégation,  
Le directeur régional l'environnement,  
de l'aménagement et du logement



Vincent MOTYKA



Yann GOURIO

**ANNEXE 13**

**VTR RETENUES**

Substance	N° CAS	Exposition	Atteintes sur l'organisme	VTR			Organisme	Date de construction / révision	Sujet d'étude	Incertitude (facteur de sécurité)	Commentaires	Log Kow	BCF (L/kg)	Choix Note 2014	Expertise collective nationale			
				Nom	Valeur	Unité									ANSES	Date	INERIS	Date
Acénaphthène	83-32-9	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	3,92	Poissons : 387-1270	/	/	/	/		
Acénaphthène	83-32-9	Ingestion	Effets hépatiques	RfD	6,00E-02	mg/kg/j	US EPA	1994	Souris	3 000	/	3,92	Poissons : 387-1270	Oui	/	/	/	
n-Butane	106-97-8	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	Système respiratoire	VG	2,00E-02	mg/m3	OMS	2005	Non précisé	Non précisé	valeur-guide. Moyenne sur 24 heures, en l'absence de valeur annuelle	/	/	Non	/	/	/	
Formaldéhyde	50-00-0	Inhalation	Nez, voies aériennes	REL	9,00E-03	mg/m3	OEHHA	2008	homme	10		0,35	Organismes aquatiques : pas de bioaccumulation	Oui	/	Oui	févr-10	
n-Hexane	110-54-3	Inhalation	Effet sur le système nerveux	VTR	3	mg/m3	ANSES	2014	rat	75		3,9	Calculé : 173,9	Oui	Oui	juil-14	Oui	déc-15
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	Cerveau, cœur, muscles, développement du fœtus	VG	10	mg/m3	OMS	2000	Non précisé	Non précisé	Valeur-guide - sur 8 heures	/	/	Non	/	/	/	
Naphtalène	91-20-3	Inhalation	Nez et poumons	VTR	3,70E-02	mg/m3	ANSES	2013	rat	250		3,7	Poissons: 168 à 427 ; Mollusques : 27 à 62	Oui	Oui	oct-13	Oui	déc-15
Naphtalène	91-20-3	Ingestion	Poids	RfD	2,00E-02	mg/kg/j	US-EPA	1998	Rat	3000		3,7	Poissons: 168 à 427 ; Mollusques : 27 à 62	Oui	/	Oui	déc-15	
Oxydes d'azote	10102-43-9 10102-44-0	Inhalation	Poumons	VG	4,00E-02	mg/m3	OMS	2000	Non précisé	Non précisé	Valeur guide, Dioxyde d'azote	/	/	Non	/	/	/	
n-pentane	109-66-0	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	/	3,45	Poissons : 171 (calculé)	/	/	/	/	
Phénanthrène	85-01-8	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	4,57	Poissons: 810 à 3388 ; Crustacés : 210 à 28145 ; Mollusques : 1240 à 1280	/	/	/	/		
Phénanthrène	85-01-8	Ingestion	Non précisé	TDI	4,00E-02	mg/kg/j	RIVM	2000	Non précisé	Non précisé		4,57	Poissons: 810 à 3388 ; Crustacés : 210 à 28145 ; Mollusques : 1240 à 1280	Oui	/	/	/	
Poussières	/	Inhalation	Effets sur le système respiratoire	VG	1,00E-02	mg/m3	OMS	2005	Non précisé	Non précisé	Valeur-guide PM2,5	/	/	Non	/	/	/	
Poussières	/	Inhalation	Effets sur le système respiratoire	VG	2,00E-02	mg/m3	OMS	2005	Non précisé	Non précisé	Valeur-guide PM10	/	/	Non	/	/	/	
Poussières	/	Ingestion	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
Propane	74-98-6	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
Pyrène	129-00-0	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	5,32	Poissons: 4810	/	/	/	/	/	
Pyrène	129-00-0	Ingestion	Reins	RfD	3,00E-02	mg/kg/j	US-EPA	1990	Souris	3000		5,32	Poissons: 4810	Oui	/	/	/	

Substance	N° CAS	Exposition	Atteintes sur l'organisme	ERU			Organisme	Date de construction / révision	Sujet d'étude	Classification			Commentaires	Choix Note 2014	Expertise collective nationale			
				Nom	Valeur	Unité				US EPA	IARC	Union européenne			ANSES	Date	INERIS	Date
Acénaphthène	83-32-9	Inhalation	Voir EqBenzo(a)pyrène											/	/	/		
Acénaphthène	83-32-9	Ingestion	Voir EqBenzo(a)pyrène											/	/	/		
Benzo[a]pyrène	50-32-8	Inhalation	Cancer du tractus respiratoire supérieur	ERUi	1,10E-03	(µg/m3)-1	OEHHA	2002	hamster	B2	1	C1B		Oui	/		Oui	2009
Benzo[a]pyrène	50-32-8	Ingestion	Cancer généralisé (foie, estomac,...)	ERUo	2,00E-01	(mg/kg/j)-1	RIVM	2001	rat	B2	1	C1B		Oui	/		Oui	2009
n-Butane	106-97-8	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	/	C1A		/	/	/	/	
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	3	/		/	/	/	/	
Formaldéhyde	50-00-0	Inhalation	Cancer du nez	ERUi	5,30E-06	(µg/m3)-1	Health Canada	2000	rat	B1	1	C2		Oui	Non	mai-08	Oui	févr-10
n-Hexane	110-54-3	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	
Monoxyde de carbone	630-08-0	Ingestion	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	
Naphtalène (considéré en tant que tel comme traceur de risque)	91-20-3	Inhalation	Cancer du nez	ERUi	5,60E-06	(µg/m3)-1	ANSES	2013	rat	C	2B	C2		Oui	Oui	oct-13	Oui	déc-15
Naphtalène (considéré en tant que tel comme traceur de risque)	91-20-3	Ingestion	Cancer du nez et des poumons	ERUo	1,20E-01	(mg/kg/j)-1	OEHHA	2011	rat	C	2B	C2		Oui	/		Oui	déc-15
Oxydes d'azote	10102-43-9 10102-44-0	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	
n-pentane	109-66-0	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	
Phénanthrène	85-01-8	Inhalation	Voir EqBenzo(a)pyrène											/	/	/		
Phénanthrène	85-01-8	Ingestion	Voir EqBenzo(a)pyrène											/	/	/		
Propane	74-98-6	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	
Poussières	/	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	1	/		/	/	/	/	
Poussières	/	Ingestion	/	/	/	/	/	/	/	/	1	/		/	/	/	/	
Pyrène	129-00-0	Inhalation	Voir EqBenzo(a)pyrène											/	/	/		
Pyrène	129-00-0	Ingestion	Voir EqBenzo(a)pyrène											/	/	/		
Ethane	74-84-0	Inhalation	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	

**ANNEXE 14**

**ACCIDENTOLOGIE (BARPI)**



# Chaufferies au gaz

## Retour d'expérience sur l'accidentologie









## SOMMAIRE

I. Introduction .....	p. 2
II. Typologies des évènements .....	p. 3
III. Conséquences des évènements .....	p. 4
IV. Les évènements impliquant le combustible gazeux .....	p. 5
a) Fuite de gaz en amont de la chaudière	
b) Explosion dans la chambre de combustion de la chaudière	
V. Les évènements n'impliquant pas le combustible gazeux .....	p. 7
a) Accidents impliquant le circuit caloporteur	
b) Autres scénarios d'accidents	
VI. Circonstances des évènements .....	p. 9
VII. Causes des évènements .....	p. 10
VIII. Retour d'expérience .....	p. 11
Sélection d'accidents français cités dans le texte .....	p. 13



L'explosion de la centrale thermique de Courbevoie le 30 mars 1994 (ARIA 5132) a fortement marqué les esprits par la gravité des conséquences et l'ampleur des dégâts occasionnés dans une zone fortement urbanisée. Les accidents d'installations de combustion alimentées au gaz, uniquement ou en partie (chaudières mixtes), concernent des centrales thermiques, des chaufferies ou des installations de plus faible puissance dont la vocation est de fournir de la vapeur, de l'eau chaude ou surchauffée nécessaire au process d'un établissement. A la différence des chaudières à fioul par exemple, les risques induits par ces équipements résident dans la violence des effets en cas d'explosion.

L'échantillon extrait de la base ARIA est constitué de 121 événements, survenus en France entre le 15/06/1972<sup>1</sup> et le 05/02/2007<sup>2</sup>, répartis comme suit :

- 41 événements impliquant des chaufferies et chaudières alimentées au gaz (gaz naturel, gaz de cokerie, GPL, ...).
- 80 accidents concernant des chaufferies ou chaudières dont le type de combustible n'est pas connu ou ne fonctionnant pas au gaz mais dont le retour d'expérience est transposable aux installations fonctionnant au gaz.

En outre, 37 accidents étrangers du même type, survenus de février 1973 à juillet 2007, ont aussi été enregistrés en raison de leur gravité particulière ou de l'intérêt des enseignements tirés.

Sont exclues de cette synthèse les installations de type process (fours industriels), les chaudières de récupération (UIOM), les turbines et moteurs à combustion. Les accidents impliquant uniquement le stockage de combustibles ne sont pas non plus retenus.

## Activités impliquées dans l'échantillon :

Codes NAF	Nb	%	Codes NAF	Nb	%
01 - Agriculture, chasse, services annexes	1	0,85	37 - Récupération	1	0,85
15 - Industries alimentaires	10	8,5	40 - Production et distribution d'électricité, de gaz et de chaleur	34	29
17 - Industrie textile	1	0,54	45 - Construction	2	1,7
20 - Travail du bois et fabrication d'articles en bois	3	2,6	50 - Commerce et réparation automobile	1	0,85
21 - Industrie du papier et du carton	2	1,7	51 - Commerce de gros et intermédiaires du commerce	3	2,6
22 - Edition, imprimerie, reproduction	1	0,85	52 - Commerce de détail et réparation d'articles domestiques	1	0,85
23 - Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires	2	1,7	55 - Hôtels et restaurants	1	0,85
24 - Industrie chimique	12	10	60 - Transports terrestres	1	0,85
25 - Industrie du caoutchouc et des plastiques	2	1,7	74 - Services fournis principalement aux entreprises	2	1,7
26 - Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	5	4,3	75 - Administration publique	1	0,85
27 - Métallurgie	1	0,85	80 - Education	9	7,7
28 - Travail des métaux	9	7,7	85 - Santé et action sociale	5	4,3
34 - Industrie automobile	1	0,85	92 - Activités récréatives, culturelles et sportives	3	2,6
35 - Fabrication d'autres matériels de transport	1	0,85	93 - Services personnels	1	0,85
36 - Fabrication de meubles, industries diverses	1	0,85	<b>Nombre d'accidents dont le code NAF est connu</b>	<b>117</b>	<b>100</b>

<sup>1</sup> Les résumés des accidents dont le numéro ARIA est en gras dans le corps de texte sont repris à la fin de ce document. La liste complète des résumés des 158 événements utilisés pour cette étude est disponible sur [www.aria.developpement-durable.gouv.fr](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr), dans la rubrique « Synthèses et enseignements ».

<sup>2</sup> La collecte des informations est organisée depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1992, date à laquelle la base de données ARIA a été mise en place, néanmoins quelques événements antérieurs ont pu également être enregistrés en fonction des informations disponibles.



L'accidentologie relative aux chaufferies et chaudières alimentées au gaz est caractérisée par une proportion importante d'explosions et d'incendies. En effet, les spécificités d'inflammation des gaz combustibles et leur faculté à se propager dans les gaines techniques et autres conduits (ARIA **25923, 32777**) créent des atmosphères explosives en milieux plus ou moins confinés.

Les défaillances se situent dans une plus grande proportion au niveau des circuits de fluide caloporteur (29 %) et de l'alimentation en combustible (26,5 %) à l'origine principalement de rejets de matières dangereuses et d'explosions.

Cinq dysfonctionnements recensés au niveau de l'alimentation en combustible aboutissent à une explosion dans le foyer de la chaudière du fait d'un mélange air / gaz dans le domaine d'explosivité (ARIA **3212, 6323, 6343, 6347, 28389**).

Les accidents classés dans la typologie « autres » correspondent à 5 presque-accidents (ARIA 5063, **6552**, 7768, 20085, 30425) et à l'inondation d'une chaufferie suite à une crue (ARIA 19230).

### Typologies et équipements à l'origine des 121 accidents :

Equipement / partie de l'installation d'où débute l'accident	Alimentation en combustible	Foyer	Circuits caloporteurs et annexes	Circuit de fumées	Equipements électriques	Réseau de distribution d'utilités / chaleur	Autres	Inconnus	Nombre d'accidents
Typologies (non exclusives les unes des autres)									
Explosions	12	3	11	1	-	-	2	14	43
Incendies	6	-	6	1	8	-	4	14	39
Rejets de matières dangereuses en dehors des enceintes ad hoc	15	-	12	3	1	11	5	16	63
Eclatements / ruptures brutales d'équipements	-	-	1	-	-	8	-	-	9
Autres types	2	-	1	1	-	-	-	1	6
<b>Nombre d'accidents</b>	<b>22</b>	<b>3</b>	<b>24</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>38</b>	<b>121</b>
Proportion par rapport aux accidents dont partie de l'installation défaillante est connue	<b>26,5%</b>	<b>3,5%</b>	<b>29%</b>	<b>6%</b>	<b>9,5%</b>	<b>14,5%</b>	<b>11%</b>		



De fortes pressions

dans des milieux confinés créent des conditions favorables à la libération de grandes quantités d'énergie mécanique. Les cas observés montrent que les accidents peuvent s'accompagner d'effets de surpression externes très importants et de projections de débris à grande distance (plusieurs centaines de mètres).

9 accidents font 17 victimes : 15 opérateurs, 1 pompier et 1 personne du public (ARIA **164, 5132, 6082, 6538, 16316, 17103, 18195, 19223, 25754**).

Les sinistres enregistrés entraînent des perturbations et des conséquences sociales (chômage technique, évacuations) ou environnementales, des dommages aux habitations, aux installations, des écoulements de produits dans les réseaux et les ouvrages d'épurations, etc.

De par les caractéristiques du combustible, les accidents de chaufferies alimentées au gaz provoquent relativement peu de pollutions des milieux. Les conséquences environnementales consistent donc le plus souvent en des pollutions des eaux superficielles (10 cas recensés) ou de la faune et de la flore (4 cas) par les produits utilisés pour les opérations « annexes » ; ces cas sont précisés dans la 5<sup>ème</sup> partie de cette synthèse.

#### Conséquences recensées des 121 accidents :

		Nombre d'accidents	% par rapport à l'échantillon
Conséquences humaines	Mortels	9	7 %
	Faisant des blessés graves	14	11,5 %
	Entraînant l'évacuations de personnes du public	15	12 %
Conséquences environnementales		14	11,5 %
Dommages matériels externes		10	8 %



### a / Fuite de gaz en amont de la chaudière

Plusieurs accidents sont consécutifs à des pertes d'étanchéité en amont de la chaudière au niveau des vannes et des piquages sur les canalisations d'approvisionnement en gaz combustible : joint vétuste non étanche (ARIA 6560), raccords défectueux (ARIA 17103, 24680) ou rompus (ARIA 25923)... Par ailleurs, la manipulation des organes de liaison et de sectionnement doit être réalisée avec rigueur en suivant les consignes opératoires spécifiques à chaque type de vanne : 2 accidents sont recensés suite au mauvais maniement de vannes à opercule coulissant (ou « vannes à lunette») ouvrant la conduite sur l'extérieur (ARIA 5132, 6133). Après une opération de maintenance sur une chaudière, un ouvrier provoque une importante fuite de gaz en ouvrant l'alimentation de gaz sans avoir obturé une bride, ni réalisé de test d'étanchéité à l'air comprimé ou à l'azote (ARIA 31337). Sur les chaudières alimentées au GPL stocké en citerne, les vaporiseurs sont parfois une autre source de fuite (ARIA 11158).

La rupture de canalisations d'approvisionnement provoque des fuites massives de gaz inflammables. Les causes en sont

multiples comme par exemple une erreur de manipulation avec un chariot élévateur de palettes accumulées devant la conduite (ARIA 4472).

Ces fuites sont à l'origine d'explosions (6 des 12 fuites de canalisations de gaz sur site recensées mènent à une explosion), d'incendies (5 cas sur 12 recensés dont 3 consécutifs à des explosions) et provoquent souvent des victimes et d'importants dommages matériels. Les sources d'ignition peuvent être directement la chaudière, une connexion électrique ou des travaux par point chaud, ... L'explosion de la chaufferie de Courbevoie, consécutive à une importante fuite au niveau d'une vanne sur la canalisation d'alimentation de la chaudière et causant la mort de 2 personnes, illustre tragiquement ce scénario (ARIA 5132).

Dans les chaufferies mixtes gaz / charbon, le risque d'inflammation concomitante de gaz naturel et de poussières de charbon nécessite une véritable prise en compte dans l'analyse de risques. En cas de fuite de gaz sur une canalisation d'approvisionnement de la chaudière, l'explosion des poussières de charbon mises en suspension par l'important débit de la fuite risque d'augmenter l'intensité de l'explosion (ARIA 5132).

### A l'étranger

Aux Etats-Unis, en 1987, dans une chaufferie urbaine, la foudre tombe sur une chaudière alimentée au gaz naturel et perce une vanne au niveau de l'entrée du gaz aux brûleurs (ARIA 6541).



### b / Explosion dans la chambre de combustion de la chaudière

La concentration accidentelle en gaz à l'intérieur de la chambre de combustion peut atteindre les conditions propices à l'explosion. Ce type d'accidents survient généralement en phase de redémarrage ou de mise en service de la chaudière. Plusieurs types de séquences mènent à une telle situation, notamment :

- la non fermeture de l'alimentation en gaz suite à des erreurs de procédures (ARIA **164**), un dysfonctionnement de clapet de détenteur (ARIA **6323**), d'électrovannes (ARIA **3212**) ou encore des anomalies sur la canalisation elle-même (ARIA **6343**)
- une trop faible pression de gaz aux injecteurs (ARIA 6347)
- un décrochage de flamme (ARIA **28389, 32175**)
- une erreur de représentation d'un opérateur, neutralisation des mesures de sécurité (ARIA **6343, 28349**)
- un défaut de pré-ventilation avant réallumage (ARIA **6538**).

A l'origine de plusieurs accidents ou sur-accidents, les équipements de surveillance et de sécurité doivent faire l'objet d'une gestion rigoureuse. Sans disposer de l'information nécessaire à l'analyse des défaillances, des intervenants «forcent» parfois le démarrage de la chaudière provoquant l'explosion du gaz accumulé dans le foyer (ARIA **6323**). A Dunkerque, la panne d'une caméra de contrôle de la flamme n'a pas permis de détecter que la flamme était soufflée (ARIA **28389**). A Lyon, un opérateur, n'ayant pu déterminer les raisons de la mise en sécurité du brûleur du fait de la panne des appareils de contrôle réglementaires, réarme la chaudière provoquant l'explosion du gaz accumulé dans le foyer (ARIA **6343**).





## a / Accidents impliquant le circuit caloporteur

Plusieurs cas d'explosions, de ruines ou d'incendies à l'intérieur

S'il est essentiel d'assurer l'intégrité du circuit de fluide caloporteur et d'assurer son alimentation, il est aussi indispensable de surveiller le maintien des caractéristiques du fluide lui-même qui peut se dégrader par mélange accidentel (ARIA **29808**) ou après de nombreux cycles de chauffe.

de la chaudière recensés dans l'échantillon ont pour origine la vaporisation brutale du fluide caloporteur dans son circuit suite à :

- une fissure ou rupture des tuyauteries (serpentins, tubes ...) avec ou sans défaillance des organes de sécurité (ARIA **1015**, 1465, 8055, 8725, 16806, 19079) ;
- la pollution du fluide caloporteur (ARIA 6338, 7768, **25754**).

Au Havre, du fait de la présence d'hydrocarbures dans l'eau d'alimentation conduisant à l'élévation de la température du métal des tuyauteries d'eau au-delà des valeurs de calcul utilisées, une chaudière neuve, utilisée pour le préchauffage d'un bac de fioul, explose à la fin des tests de mise en route et est propulsée une dizaine de mètres en arrière, tuant un employé et en blessant 17 autres (ARIA **25754**).

Des fuites ou déversement de produits caloporteurs en dehors de la chaudière provoquent des pollutions des milieux ou des réseaux d'eaux pluviales. Les origines en sont multiples: opérations de maintenance telles que la vidange du circuit de fluide caloporteur (ARIA **7592**), acte de vandalisme (ARIA **15805**), rupture partielle d'un collecteur de vidange du circuit primaire (ARIA 25832) ou un déversement d'eau trop chaude dans une rivière causant une forte mortalité piscicole (ARIA 2780).

Le milieu naturel est également impacté par des rejets accidentels de produits d'entretien des circuits (nettoyant, décapant, inhibiteur d'entartrage) (ARIA 25894, 28569, **28911**).

L'ouverture des soupapes de sécurité des circuits vapeur, suite à un à-coup de vapeur (ARIA **31242**) ou un dysfonctionnement mécanique de la soupape (ARIA 30953), provoque parfois d'intenses nuisances sonores pour le voisinage.

En outre des canalisations de distribution d'eau chaude et de vapeur se rompent sur site (ARIA 316, **6339**, **19223**, 30899) ou en dehors (ARIA **18195**, 19943, 20961, 25402, 26159, 31063). Les causes sont nombreuses : affaissement de terrain, vétusté des conduites, contraintes mécaniques et thermiques (pressions et températures importantes) anormales dues à des pratiques d'exploitation inadéquates. Ces accidents, s'ils ne font pas de victimes, provoquent parfois des évacuations de population et généralement une coupure d'approvisionnement en chaleur et en eau chaude.

Enfin, les canalisations véhiculant le fluide caloporteur chaud constituent une source d'ignition pour des produits inflammables ou combustibles mis en contact. Ainsi, dans une centrale thermique, de l'huile de lubrification s'écoulant d'une brasure défectueuse s'enflamme au contact d'une canalisation de vapeur surchauffée provoquant un incendie (ARIA **8726**).

### A l'étranger

En Zambie, en 2000, une conduite bouchée par la rouille est à l'origine d'une accumulation de chaleur dans une partie de la chaudière et d'un grave incendie qui ravage la raffinerie (ARIA 19434).

En Allemagne, en 1994, la rupture d'une conduite de vapeur surchauffée à 550°C, lors d'opérations de réglages, fait 6 morts et un blessé parmi les employés de la chaufferie urbaine. Neuf jours avant l'accident, un organisme de contrôle aurait effectué une réépreuve de la partie de circuit concernée à une pression inférieure à la pression prévue et l'attestation aurait été falsifiée (ARIA 5954).





MEEDDAT - L. Mignaux

### b / Autres scénarios d'accidents

Les émissions de fumées, riches en monoxyde de carbone, générées par une mauvaise combustion dans la chaudière (ARIA 2670, 7789, 16794, 19508, 21885, 25932, 26019, **29006**), et accentuée par exemple par une cheminée défectueuse (ARIA 26872) sont à l'origine de l'intoxication d'opérateurs mais aussi de personnes du public. Le mauvais tirage d'une cheminée peut favoriser une accumulation de gaz puis l'explosion de la chaudière (ARIA **6348**, **22980**). A noter également l'inflammation d'une gaine calorifugée par des fuites de fumées chaudes (ARIA 24021).

Si elles ne sont pas défaillantes, les chaudières sont parfois la source d'ignition d'un nuage inflammable provenant d'une

source externe : fuite de propane sur un camion-citerne (ARIA 6610) ou de gaz naturel à la suite de l'arrachement accidentel d'une conduite par des ouvriers creusant une tranchée (ARIA 31468, **32777**), émission de vapeurs de solvants provenant d'une cuve en cours de nettoyage (ARIA 8052), ...

Au cœur de nombreux établissements industriels, les chaufferies sont aussi impliquées dans des accidents qui trouvent leur origine sur d'autres installations ou équipements de l'établissement : défaillances électriques (ARIA 4933, **16466**, 18204, 24845, 27370, 28565, **31492**) à l'origine d'incendies, pollutions de cours d'eau par de l'émulseur vidangé accidentellement (ARIA **32801**). Ces installations sont également exposées aux phénomènes naturels comme des mouvements de terrain (ARIA 5063, 10785) ou des crues (ARIA 19230).

### A l'étranger

Aux Etats-Unis, en 1980, dans une chaufferie, une chaudière est arrêtée en urgence à la suite d'une panne d'instrumentation puis explose au redémarrage en raison vraisemblablement d'une purge et d'un pré-balayage insuffisants. (ARIA 6535).

Aux Etats-Unis, en 2000, une fuite intervient sur un réservoir de propane dans une usine d'embouteillage de boisson et le nuage explose au contact d'une chaudière conduisant au BLEVE de la capacité (ARIA 18967).

Au Pakistan, en 1994, dans une centrale thermique, un court-circuit déclenche un incendie du réseau de câbles souterrains en tranchée, entraînant l'arrêt d'urgence d'une tranche de 210 MW et d'importants dégâts (ARIA 5539).

En Allemagne, en 1994, une fuite d'huile de lubrification sur le réducteur mécanique de vitesse d'une turbine à gaz provoque son éclatement et fait 4 morts et 6 blessés, dont 2 grièvement, parmi le personnel de la centrale thermique et les employés d'une entreprise de sous-traitance (ARIA 5958).



La mise en service, les travaux de maintenance ou de modification, les périodes de tests et de redémarrage méritent une attention particulière. 31,5 % des accidents (37 événements) se produisent lors de ces opérations alors qu'elles correspondent à des proportions de temps inférieures dans la durée de vie des installations. Cette proportion importante rappelle combien ces phases transitoires sont délicates et ne doivent pas être abordées comme des opérations de routine. Il est symptomatique que 8 des 9 accidents faisant des victimes et que 24 explosions et éclatements d'équipements interviennent dans ces circonstances.

Il convient de noter également que des accidents surviennent lorsque la présence en personnel est réduite : la nuit, à l'heure du déjeuner, les jours fériés (ARIA 6645, 8055, 12686, 16806, 19257, 22980, ...). Le caractère opérationnel et actif des sécurités est donc primordial notamment pour ce qui concerne la surveillance des niveaux de fluide caloporteur et surtout la mise en sécurité de l'installation suite à une anomalie. Cette recommandation est d'autant plus appropriée pour les chaufferies exploitées sans présence humaine permanente.

## Circonstances et équipements défaillants dans les 121 accidents :

Equipement / partie de l'installation d'où débute l'accident	Alimentation en combustible	Foyer	Circuits caloporteurs et annexes	Circuit de fumées	Equipements électriques	Réseau de distribution d'utilités / chaleur	Autres	Inconnus	Nombre d'accidents	%
<b>Circonstances</b>										
Maintenance / rénovation / test en cours	5	0	5	1	1	3	1	3	19	15,5 %
Redémarrage / changement de chaudière	6	2	2	0	0	1	0	3	14	11,5 %
Mise en service	1	0	1	0	0	0	0	2	4	3,5 %
Installation abandonnée	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1 %
Exploitation générale / circonstances non précisées	10	1	15	4	7	8	8	30	83	68,5 %
<b>Nombre d'accidents</b>	<b>22</b>	<b>3</b>	<b>24</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>38</b>	<b>121</b>	<b>100 %</b>
<b>Proportion par rapport aux accidents dont la partie de l'installation défaillante est connue</b>	<b>26,5 %</b>	<b>3,5 %</b>	<b>29 %</b>	<b>6 %</b>	<b>9,5 %</b>	<b>14,5 %</b>	<b>11 %</b>			

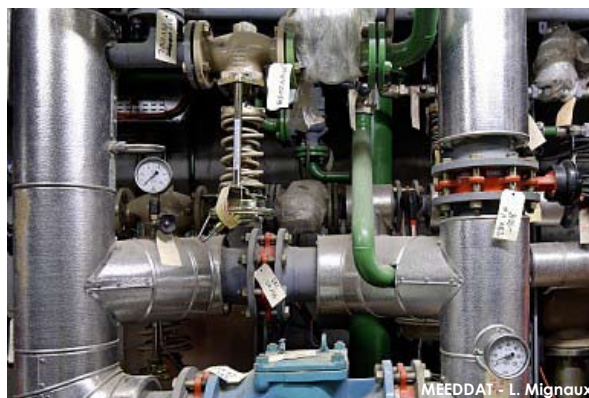


Sans aborder ici le cas de la malveillance (ARIA **15805**), l'analyse de ces accidents montre que leurs causes premières procèdent rarement d'aspects techniques purs. Analyse de risques insuffisante, défaillance d'organisation, gestion des modifications, formation insuffisante ou inadaptée, absence ou non-respect des consignes, défauts de maintenance, de contrôle ou encore de vigilance en sont bien souvent à l'origine.

Dix-neuf des 37 évènements en période de travaux et phases transitoires (51 %) ont pour causes des défaillances humaines ou organisationnelles clairement identifiées. Des accidents se produisent car les opérateurs n'ont pas respecté la répartition des tâches et des responsabilités (ARIA **5132**), ont reçu des consignes opératoires inadéquates (ARIA **6133**), n'ont pas pris en compte les messages d'alerte ou n'ont pas respecté les procédures opératoires et les règles de sécurité (ARIA **164, 5132, 6343, 6538, 31337**). En l'absence d'information nécessaire à l'analyse des défaillances, les intervenants forcent parfois le démarrage de la chaudière

(ARIA **6323, 28349**). Le manque de formation, l'habitude et la banalisation des risques interviennent probablement dans plusieurs de ces cas. Une meilleure prise en compte du retour d'expérience aurait pu éviter de reproduire certaines séquences accidentelles (ARIA **6133, 5132**). Des défauts de conception (ARIA **25754**), des problèmes de réglages et des erreurs de manipulation (ARIA **7592, 7768, 23421, 23893, 28569, 32801**) lors des opérations de maintenance (ARIA **6347, 17103, 32175**), probablement liés à un manque de surveillance et de contrôle, sont également recensés. Au-delà des procédures d'exploitation, les opérateurs doivent être informés des risques liés aux produits qu'ils manipulent (ARIA **25894**).

Neuf autres accidents impliquent explicitement les facteurs organisationnels et humains en période d'exploitation normale : 3 résultent d'erreurs élémentaires (ARIA **4472, 16371, 32777**) découlant probablement de problèmes d'ergonomie, de formation ou de contrôle et 5 d'une insuffisance de maintenance (ARIA **6338, 6560, 11158, 19508, 25923**) ou de surveillance (ARIA **6645**).





L'accidentologie témoigne ici de nombreux évènements liés à des défaillances d'organisation générale et à des conditions d'exploitation dégradées ou inadaptées. Aujourd'hui, des principes bien établis guident l'organisation de la gestion de la sécurité des installations industrielles :

- Organisation des rôles et des responsabilités des personnels y compris des sous-traitants
- Formation adaptée et régulière des personnels
- Identification et évaluation des risques d'accidents
- Maîtrise des procédés par des procédures et instructions permettant le fonctionnement dans les meilleures conditions possibles de sécurité en régime établi comme en phase transitoire
- Gestion des travaux, de l'analyse préalable des risques à la réception du chantier, comprenant notamment la concertation de tous les acteurs, l'habilitation des intervenants, l'organisation et la surveillance du chantier
- Gestion des modifications des installations et des procédés par des mesures organisationnelles
- Gestion du retour d'expérience au sein d'un même groupe et dans un même secteur d'activité plus généralement
- Contrôles des écarts constatés entre l'organisation globale du fonctionnement de l'établissement et les pratiques
- Implication de la direction dans la gestion de la sécurité

Suite à l'explosion de la chaufferie de Courbevoie le 30 mars 1994, un groupe d'experts a travaillé sur le retour d'expérience spécifique à la sécurité des chaudières alimentées au gaz en insistant sur un certain nombre de points techniques et organisationnels dont certains prennent une importance particulière au vu de l'accidentologie recensée.



### Conception et construction des équipements

- Choix de l'implantation de telles installations prenant en considération les risques liés aux scénarios d'accidents possibles et en particulier l'intensité des effets possibles sur les personnes susceptibles d'être exposées dans le voisinage.
- Conception de la chaudière prenant en compte les pressions élevées susceptibles d'être atteintes dans des conditions particulières ainsi que les activités annexes.
- Bonne qualité initiale des assemblages conditionnant la pérennité de l'étanchéité des installations.
- Emplacement, position et choix des organes de sectionnement adéquats ; ils doivent être adaptés au produit et aux opérations durant lesquelles ils seront manipulés et commandables à distance afin de garantir les conditions satisfaisantes pour les manœuvrer, les tester, les inspecter et assurer leur maintenance.
- Choix de commandes permettant, dans la mesure du possible, de visualiser la position des organes (ouvert, fermé, etc.) ainsi que la nature du fluide concerné.
- Utilisation de moyens de détection de gaz, asservis à des alarmes locales (visuelles et/ou sonores) avec report en salle de contrôle mettant l'installation en sécurité (coupure de l'alimentation en combustible et interruption de l'alimentation électrique des matériels non ATEX).
- Installation d'un système de verrouillage ou de condamnation sur les commandes sensibles susceptibles de pouvoir être manœuvrées par erreur ou de manière intentionnelle (pour raccourcir une procédure par exemple) ; mise en place de procédures appropriées pour éviter le déverrouillage intempestif de ces organes (en se procurant la clé auprès du chef de service ...).
- Prise en compte par les automatismes de régulation du régime de ventilation (asservissement air/gaz) de l'ensemble des phases de fonctionnement, y compris les régimes à caractère exceptionnel tels que les allures réduites ou les phases de transfert du régime de démarrage vers le régime de puissance.

### Exploitation des installations

- Sensibilisation des équipes d'exploitation à la spécificité et aux risques des opérations revenant exclusivement au service de maintenance pour qu'elles n'outrepassent pas les consignes de sécurité, même si elles ont une bonne connaissance des installations.
- Actualisation du contrôle de la connaissance et de la bonne application des consignes, cet aspect devant être pris en compte dans des procédures rigoureuses.
- Grande rigueur à apporter aux conditions d'exploitation, d'entretien et de mise en œuvre des phases transitoires en vue d'une bonne sécurité de l'installation.
- Consignes écrites précises, actualisées et disponibles à tout moment.
- Entraînement particulier des opérateurs aux circonstances inhabituelles que sont les situations d'urgence et les phases transitoires : conduite à tenir pour procéder à l'arrêt et à la mise en sécurité des unités, réalisation d'opérations complémentaires qui s'ajoutent à une procédure existante ou à un automatisme, et qui sont à effectuer manuellement.
- Contrôle réguliers selon une procédure et des méthodes adaptées de l'étanchéité des organes sous pression de gaz (brides, raccords, robinets, réductions ...), des instruments de mesure et des équipements de sécurité.
- Pour les installations mixtes gaz / charbon, nettoyage des poussières de charbon et séparation claire des zones à risque gaz et des zones à risque d'envol et d'inflammation de poussières de charbon.



# SELECTION D'ACCIDENTS FRANCAIS CITES DANS LE TEXTE <sup>1</sup>



ARIA 164 - 27/04/1989 - 39 - TAVAU

24.1E - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

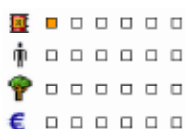
Dans une usine chimique, un filtre électrostatique de dépoussiérage à 696 plaques de 17,5x7,5x18 m sur une chaudière à charbon de 116 MW explose. L'accident intervient au redémarrage après un arrêt de 15 jours pour maintenance. Il provient de l'accumulation de 440 m<sup>3</sup> de gaz dans la chaudière à la suite de la non-fermeture de l'alimentation d'un brûleur de soutien (300 m<sup>3</sup>/h) ouverte 1 h 20 avant l'accident et découverte 1 h 30 après l'accident. Une vanne manuelle et 2 clapets automatiques sont restés ouverts (pas de contrôle visuel d'état, mise hors conduite automatique des clapets avec maintien du pilotage à air comprimé, message d'alerte non pris en compte). L'explosion fait 1 mort et 8 blessés parmi les opérateurs. Des bris de vitres et des projections sont constatés à 250 m. Les dégâts matériels sont estimés à 20 MF.



ARIA 1015 - 20/07/1989 - 13 - MARTIGUES

24.1G - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

Une chaudière de 1962 produisant 100 t/h de vapeur à 82 bars et 475°C explose 3 jours après son redémarrage à la suite d'un arrêt de 3 mois pour maintenance. L'énergie développée sectionne 23 tubes sur 470 (acier A37, diamètres 63 à 76 mm, épaisseur 4 à 5 mm) à moins de 20 mm des ballons inférieurs et supérieurs. L'écran s'est ouvert et déplacé. Des débris de tube et de maçonnerie réfractaire sont projetés à 100 m et blessent légèrement 1 opérateur. Cet accident pourrait avoir pour origine l'éclatement simultané de plusieurs tubes corrodés (2 mm) par un dépôt acide (sulfates métalliques), en zone de jonction hétérogène, puis érodés par le percement de l'un d'eux. Le coût des réparations est évalué à 15 MF.



ARIA 3212 - 08/04/1991 - 71 - LE CREUSOT

28.3B - Chaudronnerie nucléaire

Equipée d'un système de régulation automatique et exploitée sans surveillance permanente depuis le 8/2/91, une chaudière à eau surchauffée (19,2 MW, 160 °C, 11 bars) explose en phase de conduite manuelle lors d'une tentative de passage à une chaudière plus faible. L'accident est dû à une accumulation de gaz dans le foyer à la suite de l'ouverture intempestive de 2 électrovannes en série commandant l'alimentation des brûleurs : une défaillance électrique liée à un câblage antérieur, maintenu inopinément lors de la mise en place du système de conduite automatique, a conduit au déclenchement d'un relais de commande commun aux 2 vannes. Aucune victime n'est à déplorer. Les dommages matériels sont importants, mais circonscrits à l'unité.



ARIA 4472 - 04/05/1993 - 45 - MALESHERBES

22.2 - Imprimerie

Une fuite de gaz provoque une explosion et un début d'incendie dans la chaufferie au propane d'une imprimerie (500 personnes). Deux employés sont brûlés, dont un au second degré transporté par hélicoptère à l'hôpital militaire de CLAMART. Un employé est indisposé par les émanations de fumée. La fuite est due à la rupture de la conduite d'alimentation en propane passant au fond du local technique, au niveau d'un organe de sectionnement rapide déclenchable de l'extérieur par coup de poing. Des manipulations par chariot élévateur de palettes accumulées devant la conduite en serait la cause. La chaudière était alimentée par un réservoir de 35 000 kg de propane liquéfié.



ARIA 5132 - 30/03/1994 - 92 - COURBEVOIE

40.3Z - Production et distribution de chaleur

Une explosion se produit à 1h30 dans une chaufferie urbaine (500 MW, 6 000 m<sup>2</sup>), l'énergie dissipée dans le sol est estimée à l'équivalent d'une charge de 50 kg de TNT. Mise en service en 1987, cette chaufferie comporte 5 chaudières (2 au charbon, 2 mixtes charbon/gaz et 1 au gaz). Au cours du poste précédent, plusieurs tentatives de démarrage d'une chaudière mixte échouent. Ne parvenant toujours pas à la redémarrer et les manomètres d'arrivée de gaz indiquant une pression nulle, le chef de quart de l'équipe de nuit donne l'instruction d'ouvrir les 2 vannes quart de tour de sectionnement de l'arrivée de gaz sur le circuit principal. La pression indiquée restant nulle, il demande alors au conducteur de chaudière d'ouvrir un obturateur guillotine puis une vanne papillon pour permettre l'alimentation de la chaudière mixte en gaz. Cette opération entraîne une fuite importante de gaz. Une chaudière au gaz est arrêtée d'urgence et 2 opérateurs sortent pour couper l'alimentation générale au poste de détente, à 110 m du bâtiment, lorsque l'explosion survient.

L'un des 5 employés est tué. Une fillette de 10 ans habitant à 50 m de l'usine décèdera 4 jours plus tard des suites de ses blessures ; 59 autres riverains sont blessés. L'installation est ravagée. Les quartiers voisins subissent d'importants dommages, 600 personnes sont en chômage technique et 250 riverains sont à reloger. En attendant leur connexion sur des réseaux voisins 140 000 usagers et 2,2 Mm<sup>2</sup> de bureaux sont privés de chauffage et d'eau chaude. Le fonctionnement de grands réseaux informatiques climatisés par la centrale est perturbé. Les dommages sont évalués à 544 MF (83 M.euro). Selon les résultats de l'enquête, 3750 Nm<sup>3</sup> de gaz auraient été relâchés jusqu'à ce que le service du gaz coupe l'alimentation 30 min après l'explosion.

Les manomètres défaillants auraient pu avoir été endommagés par une surpression antérieure à l'accident. Les interventions du chef de quart ne devaient être réalisées que par le service de maintenance ; en cas d'urgence, les opérateurs de la centrale devaient demander l'intervention du service du gaz. L'obturateur n'était pas conçu pour être manipulé sous pression et la vanne papillon en amont de l'obturateur guillotine aurait été manipulée par le conducteur de chaudière alors que l'obturateur était resté en position intermédiaire, position dans laquelle il n'est plus étanche car les brides sont légèrement écartées. Le nuage de gaz s'est alors enflammé au contact de la chaudière à charbon en service au moment du sinistre. Par ailleurs, aucun scénario de fuite et d'explosion de gaz n'était évoqué dans l'étude de dangers du site. Les risques liés aux poussières de charbon n'y étaient pas non plus abordés. Le comportement des poussières ont probablement contribué à la violence de l'explosion.

Le 5 mai 2004, le juge d'instruction de la Cour d'appel de Versailles a conclu à un non-lieu.



ARIA 6082 - 08/12/1994 - 44 - BASSE-GOULAINE

15.1E - Préparation industrielle de produits à base de viandes

Dans une charcuterie industrielle, une chaudière à tubes de fumées de 1 t/h de vapeur explose. Elle a une capacité de 2 790 l, une surface de chauffe de 27 m<sup>2</sup> et brûle du fuel domestique. Installée en 1979 pour alimenter 5 autocuiseurs, elle était timbrée à 10 bar. Un sifflement est entendu au niveau des soupapes juste avant l'explosion qui souffle le bâtiment de 200 m<sup>2</sup>. Trois employés sont tués (un corps est retrouvé à 250 m avec la face avant de la chaudière), 3 autres sont blessés dont l'un est gravement atteint. Le corps de la chaudière (3 t) a été projeté à 150 m au nord, le tube foyer et un ballon d'eau chaude à 200 m au sud. La chaudière, arrêtée et vidangée pour entretien (soupape, vanne de vidange) 3 jours auparavant, avait redémarré le matin. Une cause possible de cet accident serait une intervention inadaptée par remplissage intempestif en eau froide du corps de chauffe, ayant déclenché une vaporisation brutale contre le tube de chauffe déjà porté à haute température. Un rapport d'expertise datant de 1995 indique qu'un dénoyage partiel du tube foyer peut conduire aux dommages constatés d'un point de vue énergétique. Ce rapport ne permet toutefois pas d'affirmer que le dénoyage soit la cause effective.



ARIA 6133 - 13/07/1986 - 13 - FOS-SUR-MER

27.1 - Sidérurgie

Une chaudière est arrêtée le 11/6 pour réparation, les conduites d'alimentation en gaz de haut fourneau et de cokerie sont purgées. Chacune des conduites est isolée par une vanne lunette à opercule coulissant. La première conduite est isolée. Lors de la manoeuvre de la seconde vanne, après écartement des sièges et au cours de la translation de l'opercule, le gaz en cours d'échappement s'enflamme. La fuite est maîtrisée en fermant le clapet anti-roulis du joint hydraulique d'isolement général de la centrale. L'extinction est obtenue après 4 h et demie. Les dégâts considérables (tuyauteries, robinetteries, bâtiment) sont estimés à 2,5 MF. Depuis l'accident, les procédures prévoient de manoeuvrer les vannes lunettes hors gaz.

<sup>1</sup> Les paramètres des indices de l'échelle européenne des accidents industriels (matières dangereuses relâchées, conséquences humaines ou sociales, environnementales et économiques) et leur mode de cotation sont disponibles à l'adresse : <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr>

# ACCIDENTS



ARIA 6323 - 29/01/1993 - 92 - CLICHY

40.3Z - Production et distribution de chaleur

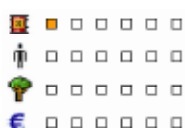
Une chaudière à tubes d'eau (57 t/h, 24 bars) en service au gaz dans une centrale de chauffage urbain s'arrête à la suite d'une micro-coupeure électrique. L'autre chaudière, également en service, n'est pas arrêtée. A la suite d'un dysfonctionnement du clapet pilote du détenteur à ressort limitant la pression du circuit d'allumage, l'opérateur effectue 3 tentatives de remise en service avant de rétablir la pression en jouant sur l'ouverture d'un robinet et d'obtenir l'autorisation d'allumage au pupitre. Au cours du transfert de marche démarrage/normale, une explosion se produit peu après l'ouverture de la vanne d'alimentation principale. La chambre de combustion est détruite, le toit et un mur du bâtiment sont endommagés, mais aucune victime n'est à déplorer.



ARIA 6339 - 01/11/1990 - 51 - CHALONS-EN-CHAMPAGNE

85.1A - Activités hospitalières

Dans la chaufferie d'un hôpital, lors d'une opération de maintenance, une vanne en fonte explose sous pression sur une conduite de vapeur. L'employé chargé des travaux est grièvement brûlé.



ARIA 6343 - 07/10/1994 - 69 - LYON

85.1A - Activités hospitalières

Une explosion survient sur une chaudière de 20,88 MW alimentée au gaz et fonctionnant sous télésurveillance. A la suite de la détection d'un défaut de fonctionnement du brûleur du générateur et de sa mise en sécurité, un technicien d'astreinte intervient dans la chaufferie afin d'effectuer des vérifications. Les appareils de contrôle réglementaires, hors service, ne permettent pas de déterminer la cause de la panne. Le technicien réarme néanmoins la séquence automatique de redémarrage ; l'explosion se produit 30 s après le début du pré balayage (injection d'air dans le foyer). L'enquête révèle la présence de corps étrangers (particules métalliques et calamine) dans le filtre à gaz et les électrovannes de l'alimentation en gaz de la chaudière, une empreinte sur le clapet de la 1ère vanne (fuite ?), des pertes de charge importantes sur la canalisation de mise à l'air libre (22 m de long, 12 coudes à 90°). Ces anomalies ont semble-t-il permis l'écoulement du gaz dans le générateur pendant les 30 min qui ont suivi la mise en sécurité du brûleur. La tentative de redémarrage avec injection d'air dans le foyer a permis d'atteindre la limite supérieure d'explosivité et provoqué l'explosion dans la chambre de combustion.



ARIA 6348 - 09/12/1993 - 86 - POITIERS

85.1A - Activités hospitalières

Une explosion survient dans le carneau de fumées d'une chaudière de 2,5 MW alimentée au gaz et installée dans la chaufferie d'un centre hospitalier. L'accident entraîne d'importants dégâts matériels sur la chaudière (porte et trappe de visite arrachées, maçonneries écroulées, raccords et fumisterie soufflés). Deux hypothèses sont émises sur l'origine : soit un mauvais fonctionnement du cycle du brûleur, soit plus vraisemblablement les mauvaises conditions de combustion et d'évacuation des fumées. La forme du carneau (grand volume horizontal) et la présence d'une météorologie défavorable (tempête) peuvent avoir contribué à l'accumulation de CO, avec allumage par l'autre chaudière raccordée au même carneau. Le contrôle de l'électrovanne gaz permet de vérifier son étanchéité.



ARIA 6538 - 15/06/1972 - NC -

23.2Z - Raffinage de pétrole

Dans une centrale vapeur, des difficultés surviennent lors du démarrage d'une chaudière. L'opérateur reprend la séquence de mise en marche, mais ne pré-ventile pas suffisamment. Le mélange air-gaz explose lors de la tentative de rallumage. L'opérateur est tué et la chaudière est détruite.



ARIA 6552 - 20/09/1989 - NC -

40.3Z - Production et distribution de chaleur

Dans une chaufferie industrielle, 2 chaudières (n° 5 & 6) sont connectées à une même cheminée métallique. A la suite d'une avarie sur l'une des chaudières, on décide de déconnecter le carneau correspondant. Les travaux sont entrepris conformément aux spécifications du constructeur. Cependant, une importante déformation apparaît au niveau des 3ème et 4ème viroles, avec risque d'écroulement de la cheminée. La circulation des trains est interrompue pendant 8 h sur une ligne SNCF longeant le site, durant les travaux indispensables à l'élingage provisoire de la cheminée et de son support par une grue de 200 t.



ARIA 7592 - 09/10/1995 - 60 - PRECY-SUR-OISE

26.8C - Fabrication de produits minéraux non métalliques n.c.a.

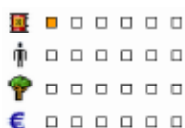
Lors de la vidange d'une chaudière vers une cuve, 500 à 1 000 l d'huile de chauffe se déversent dans le canal de l'OISE. La rivière est polluée sur plusieurs centaines de mètres de long et 50 m de large. Aucune mortalité de poissons n'est constatée mais la flore est fortement atteinte. L'administration constate les faits.



ARIA 8726 - 16/02/1982 - 71 - BLANZY

40.1E - Distribution et commerce d'électricité

Dans une centrale thermique de 250 MW, 13 000 l d'huile de lubrification s'enflamment au contact d'une canalisation de vapeur surchauffée. Les fumées envahissent la salle de contrôle. Un flash se produit avec les vapeurs d'huile accumulées sous la toiture occasionnant d'importants dommages. L'huile haute pression a engendré des vibrations lors du pompage des soupapes d'admission de la turbo pompe d'alimentation (TPA) qui se sont transmises à des tuyauteries basse pression en cuivre (diam. 22 mm) d'huile de graissage. La rupture d'une brasure constitue la cause principale de l'accident. Le jet d'huile a projeté des gouttelettes qui se sont enflammées sur les différents points chauds locaux en donnant naissance à un chalumeau à flamme verticale orientée vers le haut et alimenté à un débit de 250 à 300 l/min durant 45 min, temps de fonctionnement de la pompe. Les réparations durent plus d'un mois. Les dommages sont évalués à 10 MF. Des mesures correctives sont apportées lors des travaux pour éviter un autre incident.



ARIA 11158 - 14/01/1997 - 53 - BAZOUGES

26.6A - Fabrication d'éléments en béton pour la construction

Une chaudière à gaz explose dans un établissement fabriquant des éléments en béton pour la construction. Après avoir détecté la veille une odeur de gaz, l'exploitant avait fait intervenir la société d'entretien de la chaudière qui avait colmaté une petite fuite au niveau du réchauffeur de gaz le matin même de l'accident. L'odeur persistant, l'exploitant avait ensuite demandé une intervention d'urgence de la société d'approvisionnement en gaz ; l'explosion s'est produite avant son arrivée. Le système de chauffage de l'entreprise qui est endommagé, conduit à une perte d'exploitation interne. L'exploitant prévoit d'installer des détecteurs de gaz dans la chaufferie couplés à une vanne de coupure automatique. Le fournisseur de gaz naturel est également consulté pour un raccordement direct au réseau de gaz naturel à la place de la citerne de gaz utilisée pour alimenter la chaudière.

# ACCIDENTS

ARIA 15805 - 29/05/1999 - 51 - REIMS

35.2Z - Construction de matériel ferroviaire roulant

Sur le site d'une usine abandonnée, un acte de vandalisme ou un vol conduit au déversement sur le sol de plusieurs centaines de litres de fluide caloporteur contenus dans une chaudière non vidangée. Le liquide s'écoule dans un caniveau interne à la chaufferie puis rejoint celui de la voie publique par un passage de canalisation à travers le mur du local. Le service assainissement récupère environ 500 l du liquide dans le réseau d'eaux pluviales. Un inventaire des produits et déchets abandonnés sur le site est réalisé en vue de leur élimination.



ARIA 16316 - 09/01/1985 - 94 - CHAMPIGNY-SUR-MARNE

52.4N - Commerce de détail de quincaillerie

Un incendie suivi d'explosions de bouteilles de gaz se déclare dans une quincaillerie - droguerie. Une personne est tuée et 21 autres blessées. Les vitres sont brisées dans un rayon de 200 m et 12 voitures sont endommagées. Un problème sur la chaudière à gaz serait à l'origine du sinistre.

ARIA 16371 - 17/09/1999 - 79 - AIRVAULT

26.5A - Fabrication de ciment

Dans une cimenterie, un incendie se déclare dans une chaufferie, avec un fort dégagement de fumée. Deux chaudières (1 électrique et 1 à gaz), qui ne sont pas utilisables simultanément, servent à la mise en température d'un combustible à haute viscosité. Alors que la chaudière à gaz fonctionne, la chaudière électrique est mise sous tension provoquant la surchauffe du fluide caloporteur résiduel qu'elle contient. Il n'y a pas de conséquence importante pour l'environnement. La production de clinker est arrêtée mais pas la production de ciment, l'usine pouvant tourner sur le stock de clinker existant dans l'attente des réparations nécessaires.

ARIA 16466 - 14/09/1999 - 54 - MONT-SAINT-MARTIN

45.2P - Construction de chaussées routières et de sols sportifs

Un feu se déclare sur la chaudière à fluide thermique d'une installation d'enrobage à chaud de matériaux routiers. Les pompiers maîtrisent l'incendie en 1h30 et arrosent, par précaution, les parois des cuves des goudrons proches. Le fluide caloporteur utilisé dans l'installation se déverse dans la cuve tampon prévu à cet effet. Un court-circuit au niveau de l'armoire électrique serait à l'origine du sinistre. La chaudière est expertisée avant sa remise en service.

ARIA 17103 - 05/04/1997 - 57 - SARREGUEMINES

51.5J - Commerce de gros de fournitures pour plomberie et chauffage

Une explosion se produit dans un immeuble lors de l'installation du réseau de gaz et des chaudières. Les corps de 3 personnes sont retrouvés sous les décombres. Dans le cadre de l'instruction, 2 experts mettent en évidence des anomalies aux niveaux des raccords entre les colonnes de gaz et les chaudières. Le gérant est condamné à 6 mois de prison avec sursis et à 50 K€ d'amende (jugement du 06/12/99).



ARIA 18195 - 07/07/2000 - 75 - PARIS

40.3Z - Production et distribution de chaleur

Une canalisation de chauffage haute pression sous un trottoir se perce lors de l'effondrement de la chaussée à la suite de violents orages. Des fuites de vapeurs se produisent et la canalisation explose 1 h plus tard lors d'une intervention des employés de la compagnie de chauffage assistés de pompiers et de policiers. L'explosion creuse un cratère de 10 m de long sur 4 m de large, projette plusieurs personnes, brise des vitrines et endommage les véhicules situés à proximité. Deux pompiers sont grièvement atteints, dont l'un décède peu après, et 21 autres personnes sont blessées. D'importants moyens de secours interviennent (150 pompiers de 19 casernes, équipes avec chiens, etc.). Un périmètre de sécurité est mis en place et une crèche proche est évacuée.



ARIA 19223 - 15/11/2000 - 75 - PARIS

40.3Z - Production et distribution de chaleur

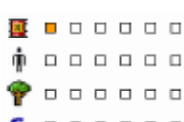
Lors de la remise sous pression d'une canalisation de vapeur (180 °C et 22 bars) qui circule dans une galerie souterraine, un éclatement provoque l'émission d'un jet de vapeur. Les ouvriers, intervenant lors de cette phase, sont piégés dans la galerie par le flux de vapeur et la température. Ceux situés dans la galerie technique (- 25 m) sont tués sur le coup (3 personnes), ainsi qu'un autre situé à mi-hauteur (- 10 m) ; 9 autres ouvriers situés dans d'autres zones ou en partie supérieure (à 3 m du niveau du sol) sont brûlés, grièvement pour 8 d'entre eux. L'équipe réalisait une phase délicate de la mise en pression d'un tronçon de 4,5 km, accompagnée de tests sur la ligne. L'opération globale est toutefois présentée par l'exploitant comme classique. Des enquêtes sont effectuées pour déterminer les causes de l'accident.



ARIA 22980 - 26/07/2002 - 43 - JULLIANGES

20.1A - Sciage et rabotage du bois

Une chaudière de chauffage central à bois explose dans une scierie après le départ de ses 6 employés pour la pause méridienne. Après l'accident, des enfants jouant dans les alentours donnent l'alerte. Les pierres constituant la cheminée de la chaufferie sont projetées à proximité, des débris sont retrouvés jusqu'à 150 m selon la presse. Des véhicules garés à proximité sont endommagés. Une ligne électrique est endommagée et les services techniques de l'électricité doivent intervenir pour rétablir le courant dans le quartier. La scierie utilisait une chaudière de type chauffage central produisant de l'eau chaude (pas de vapeur) entre 80 et 90° afin de chauffer le bâtiment de séchage du bois. Une température élevée (40 à 50°) est nécessaire pour préparer le bois avant son passage en autoclave. La scierie recyclait les copeaux et sciures de bois qu'elle utilisait comme combustible pour la chaudière. Après l'explosion, l'ampleur des dommages empêche la reprise de l'activité sur le site. Selon l'exploitant, l'explosion serait due à une accumulation de gaz dans le foyer dû à un mauvais tirage. Le fabricant modifie l'alimentation de la chaudière de manière à la stopper en cas d'anomalie. Un problème de soupape sur la chaudière étant également suspecté (fuite et vaporisation rapide d'eau dans le foyer), une vérification des soupapes est également ajoutée aux opérations d'entretien périodiques. Les travaux de reconstruction du site devraient durer entre 6 et 8 mois.





# ACCIDENTS



ARIA 25754 - 28/11/1984 - 76 - LE HAVRE

40.1E - Distribution et commerce d'électricité

Une explosion se produit sur une chaudière neuve dans une centrale thermique (10 t de vapeur/h). Cette chaudière auxiliaire était destinée à compléter la fourniture de vapeur nécessaire au réchauffage du fioul lourd des stockages et au refroidissement des brûleurs de la tranche 3. C'est une chaudière à tube foyer ondulé et à 3 parcours de fumées. Les gaz de combustion sont dirigés vers l'arrière de la chaudière puis ramenés vers l'avant par les tubes de fumée inférieurs avant d'être renvoyés vers la cheminée située à l'arrière par l'intermédiaire des tubes supérieurs. Elle devait fonctionner au tampon sur le réseau, en parallèle avec une autre chaudière de même type (arrêtée le jour de l'accident) et avec des transformateurs de vapeur fabriquant de la vapeur de soutirage des turboalternateurs. L'accident se produit à la fin des essais de mise en route de la chaudière qui était surveillée par un technicien de la société de fabrication du produit et de 2 techniciens de la chaufferie. Lors de l'accident, une extrémité du tube foyer s'est séparée de la plaque tubulaire en créant une brèche sur la face arrière de la chaudière. L'eau contenue dans la chaudière, sous l'action de la vaporisation instantanée de la vapeur sous pression (environ 13 bars), s'est échappée par cette brèche, propulsant par réaction la chaudière une dizaine de mètres en arrière et provoquant son encastrement dans le dégraisseur d'une chaudière de 250 MW. La vapeur s'échappant de la chaudière a traversé la travée de manutention, soufflé le mur de l'atelier mécanique et en se vaporisant partiellement à la pression atmosphérique, a occupé un volume beaucoup plus important, provoquant des brûlures au personnel occupant cet atelier. Le bilan de l'explosion est de 1 mort et de 17 blessés ; tous se trouvaient dans l'atelier de mécanique. Bien que pour certains codes de calcul, les caractéristiques de la chaudière ne soient pas acceptables, cette dernière était néanmoins conforme aux règles du code ISO et de la norme française NFE 32.104.

Des hydrocarbures plus lourds que l'eau à la température de fonctionnement de la chaudière étaient présents dans l'eau d'alimentation. Ils se déposent sur le tube foyer ce qui provoquerait le passage à la vaporisation en film et donc une élévation de la température du métal qui devient supérieur à la température maximale de garantie des caractéristiques de l'acier employé. Il existe en effet des possibilités de pollution du circuit vapeur par du fioul ou cours de son réchauffage : lors de la récupération des condensats de vapeur, il peut être admis dans les bâches qui servent à l'alimentation de la chaudière. Les conditions réelles de fonctionnement au moment de l'explosion n'étant pas connues avec certitude, la conjugaison de la présence de fioul dans l'eau d'alimentation et des caractéristiques limites de calcul fait que l'accident a eu lieu.



ARIA 25923 - 18/11/2003 - 57 - HAUCONCOURT

51.5A - Commerce de gros de combustibles

Dans un centre emplisseur de GPL, vers 14h15, un employé du site effectue un perçage dans le local technique «automate» situé dans une zone hors risque gaz : Il dessert entre autres le bâtiment administratif par 3 gaines électriques accolées débouchant dans le vide sanitaire. Lors du perçage, un flash se produit et brûle l'employé qui actionne l'arrêt d'urgence le plus proche. Le dispositif met en sécurité le site (arrêt des installations et arrosage automatique des zones sensibles). Les employés maîtrisent ce début d'incendie rapidement. L'un d'eux soulève une plaque de plancher du local puis une autre avant d'être brûlé par un second flash rapidement maîtrisé avec des extincteurs à poudre. Les 2 employés blessés sont hospitalisés (brûlures au visage, aux mains...). Le local est endommagé et l'activité du centre est momentanément interrompue. Après vérifications, les installations de sécurité sont réalignées normalement vers 19 h.

L'accident serait dû à une fuite sur la canalisation de propane alimentant la chaudière de chauffage du bâtiment administratif. La tuyauterie en cuivre (diam: 22 mm) chemine en aérien depuis la citerne de stockage (11,6 m³, pour chauffage bâtiment administratif + hall empiilage, alimentation directe depuis hall empiilage) puis en enterré (diamètre : 14 mm) et, via le vide sanitaire, débouche dans le local chaudière : un raccord vissé dans la partie enterrée était rompu, provoquant la fuite et l'accumulation de gaz dans le sol, le long de la gaine jusqu'au vide sanitaire. De là, il s'est acheminé dans les gaines électriques, non obturées, vers le local automate. La perceuse a constitué le point d'ignition du 1er flash. Dans le second cas, un point chaud a pu subsister et le soulèvement des plaques a pu constituer un appel d'air conduisant à la réinflammation du gaz restant. Sur proposition de l'inspection, un arrêté préfectoral de mise en demeure demande notamment la vérification périodique des canalisations, le suivi des contrôles de résistance et d'étanchéité, la mise à jour du POI. L'exploitant envisage les mesures suivantes sur site : mise en place d'une citerne de 1,7m³ dédiée au chauffage du bâtiment administratif, remplissage des citernes de chauffage par camion. Il prévoit sur l'ensemble de ses sites : le recensement des canalisations enterrées puis un programme de passage de celles-ci en aérien, une campagne d'obturation des gaines d'alimentation électrique hors zone.



ARIA 28389 - 17/07/2004 - 59 - DUNKERQUE

40.1E - Distribution et commerce d'électricité

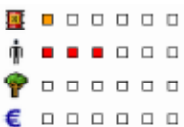
Un accident se produit au démarrage d'une chaudière après un arrêt prolongé dans une centrale thermique (2x 312 MW). L'injection de gaz de cokerie alimentant les brûleurs centraux souffle la flamme de l'allumeur propane. La caméra de contrôle de la flamme étant hors service, le rondier sur place ne voit pas l'extinction de la flamme et essaie de remettre en service la caméra. Le chef de manoeuvre ne s'aperçoit pas que la séquence d'allumage propane est anormalement écourtée car il n'y a pas d'alarme. Avec les informations dont il dispose, le personnel en poste pense que la commande d'injection de gaz de cokerie n'a pas fonctionné et décide d'allumer un autre brûleur. Le gaz de cokerie déjà injecté dans la chaudière forme une poche qui explose à la mise en service du second brûleur. Aucune victime n'est à déplorer, mais les dommages matériels sont importants, notamment au niveau de la chaudière et de ses abords. L'autre tranche n'a pas subi de dommage. Après analyse de l'événement, divers dysfonctionnements sont constatés hors ceux déjà mentionnés : absence de flamme qui n'a pas déclenché la fermeture de l'alimentation du gaz de cokerie car, en l'état, non adaptée aux démarrages à froid (shunt par l'opérateur), enregistreur de débit de gaz resté à '0', commutateur n'ayant pas été positionné correctement (pas sur 'en gaz'). A la suite de l'accident et au titre du retour d'expérience, plusieurs mesures sont adoptées au plan organisationnel ou technique : mise en service à l'aide d'allumette fioul et plus au gaz seul, contrôle caméra indispensable conditionnant la poursuite du démarrage, coupure automatique de l'alimentation en propane et en gaz de cokerie sur défauts simultanés de flamme au niveau des brûleurs propane et des brûleurs de gaz cokerie.



ARIA 28911 - 21/09/2004 - 84 - L'ISLE-SUR-LA-SORGUE

24.6C - Fabrication de colles et gélatines

Une fuite de 50l de soude (NaOH) se produit sur l'alimentation de l'unité de déminéralisation d'une chaudière dans une usine de fabrication de colles. Le sol détérioré sous les colonnes de déminéralisation facilite l'écoulement des eaux de lavage chargées de soude dans un ancien réseau pluvial se rejetant dans la SORGUE. L'élévation du pH provoque la précipitation du carbonate de calcium entraînant un important trouble blanchâtre de la rivière. Ce dernier disparaît au bout d'une heure. A la suite de cet accident, l'entreprise prévoit la réfection et l'étanchéification du sol de l'unité, la réparation de la tuyauterie, la modification du programme d'automate pour éviter les coups de bélier lors de la fermeture des vannes et une réduction de la temporisation de discordance.



ARIA 29006 - 24/01/2005 - 47 - SAINT-PARDOUX-DU-BREUIL

01.1A - Culture de céréales, cultures industrielles

Après leur journée de travail, 2 employés d'une serre se rendent à l'hôpital pour des malaises. Les pompiers prévenus par l'hôpital recherchent les employés pouvant être concernés par une intoxication au monoxyde de carbone provoquée par un dysfonctionnement du chauffage de la serre ; 38 personnes sont hospitalisées. L'accès à la serre est interdit tant que celle-ci n'aura pas été ventilée et contrôlée par des entreprises spécialisées ; les gendarmes posent des scellés sur la chaufferie.

# ACCIDENTS



ARIA 29808 - 10/05/2005 - 08 - BAZELLES

20.2Z - Fabrication de panneaux de bois

Une explosion suivie d'un départ de feu se produit dans la chaufferie d'une usine de fabrication de panneaux de bois soumise à autorisation. Durant les heures qui ont précédé l'explosion, la presse accouplée à la chaufferie a déjà connu plusieurs arrêts / redémarrages. Peu avant 17 h, l'opérateur en salle de commande de la chaufferie n° 2 constate un arrêt automatique de l'ensemble de l'installation suivi par un dégagement de « fumée/vapeur blanche » au niveau des pompes d'huile caloporteur. Il avertit immédiatement par téléphone le responsable de secteur. Quelques secondes plus tard, l'explosion et le départ de feu se produisent dans le secteur des cuves de purge d'huile, connexes au circuit primaire de la chaufferie. La chaufferie n° 2 est évacuée. Le système d'extinction automatique par pulvérisation de mousse maîtrise l'incendie. Les pompiers du site, aidés par les secours externes 15 min plus tard, éteignent les foyers secondaires et mettent en place un périmètre de sécurité de 300 m autour du bâtiment, dont certains bardages menacent de s'effondrer. Afin d'éviter une pollution par les eaux d'extinction d'incendie, l'exploitant isole le bassin de collecte des eaux pluviales du cours d'eau dans lequel il se déverse. L'opérateur présent dans la salle de contrôle de la chaufferie, choqué, est hospitalisé. Des bardages de tôles sont arrachés lors de l'explosion, 2 armoires électriques et des installations connexes aux cuves de purge sont endommagées par les flammes. Si l'ossature principale du bâtiment n'est pas atteinte, l'exploitant craint toutefois que l'explosion n'ait fragilisé les fixations du bardage. L'inspecteur des installations classées propose au préfet de mettre en demeure l'exploitant de réactualiser le POI de l'établissement. Dix jours avant l'accident, un départ de feu s'était déjà produit sur une presse de cette usine (n° ARIA 29729). Selon l'expertise, la présence d'eau dans le circuit primaire de la chaudière a provoqué une dégradation des caractéristiques physico-chimiques du fluide caloporteur. Un débordement intempestif de cette huile chaude dans les cuves de purge a provoqué un phénomène de moussage au contact de l'eau présente dans ces capacités entraînant une surpression dans l'une des cuves et l'ouverture de son disque de rupture ; le nuage ainsi vaporisé a explosé au contact d'une surface chaude.

ARIA 31242 - 21/12/2005 - 69 - SAINT-FONS

24.1G - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

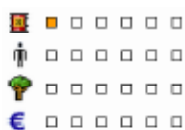
Dans une usine chimique, la défaillance d'un capteur est à l'origine de perturbations sur la chaufferie alimentant l'atelier hydroquinone / catéchol. Deux chaudières sont mises en sécurité. Lors de leur redémarrage, un à-coup de vapeur provoque l'ouverture d'une soupape tarée à 45 bar et le rejet à l'atmosphère d'un important panache de vapeur accompagné d'un bruit significatif, pendant 20 min. La police et les pompiers se rendent sur les lieux pour s'informer de la situation compte tenu de la présence à proximité d'une voie de circulation rapide.



ARIA 31492 - 04/03/2006 - 975 -

40.1A - Production d'électricité

Un incendie détruit la salle de commande d'une centrale thermique de production d'électricité sur une île polynésienne. Les 2 employés présents, légèrement blessés, sont conduits à l'hôpital pour des examens ; ils regagneront leur domicile le soir même. Selon l'exploitant, un court-circuit au niveau du tableau basses tensions ou une surchauffe des batteries serait à l'origine de l'accident. La centrale est indisponible pendant au moins 1 mois ; des coupures d'électricité sont effectuées pendant une quinzaine de jours dans l'attente de la fin des travaux de maintenance de la seconde centrale de l'île.



ARIA 32175 - 30/05/2006 - 51 - REIMS

40.3Z - Production et distribution de chaleur

Dans une société de production et distribution de chaleur, une violente déflagration se produit à 14h30 à l'intérieur d'une chaudière au gaz naturel de 12 MWth. Cette chaudière faisait l'objet d'une intervention d'un technicien du constructeur suite à des anomalies de fonctionnement du brûleur. Après plusieurs tentatives infructueuses de redémarrage suite au changement de plusieurs accessoires et à des modifications de réglage, l'explosion survient à l'intérieur de la chaudière côté fumées et entraîne l'arrêt immédiat du générateur par les sécurités gaz. Dans le même temps, le technicien constate par l'oeilleton arrière une flamme molle et incomplète autour du brûleur. Des portes de façade avant, des conduits d'amenée d'air sont endommagés ainsi que le brûleur partiellement. Des experts se rendent sur les lieux pour déterminer les causes de l'accident et remédier à la défectuosité des équipements endommagés. L'hypothèse d'une accumulation de gaz naturel suite à un décrochage de flamme est privilégiée. Un agent de la DRIRE et d'un organisme de contrôle indépendant se rendent sur les lieux pour définir les conditions de redémarrage de la chaudière



ARIA 32777 - 05/02/2007 - 45 - SAINT-JEAN-DE-LA-RUELLE

40.2 - Production et distribution de combustibles gazeux

Une entreprise de travaux publics qui effectue des travaux de terrassement avec une pelle mécanique, accroche le branchement d'une chaufferie fonctionnant au gaz naturel, provoquant une explosion puis un incendie. La canalisation a été arrachée au niveau de la bride d'entrée du poste. La chaufferie, mitoyenne à un immeuble, est semi-enterrée. La société avait fait une demande d'intention de commencement de travaux (DICT) auprès du service du gaz et possédait un plan des réseaux. Un pompier déclare avoir vu les flammes sortir de la gaine technique dans la chaufferie. Le gaz se serait vraisemblablement propagé via le fourreau en PVC entourant le tuyau arraché et aurait diffusé à travers une fissure de la gaine technique vers le local chaufferie. La chaufferie, utilisant des brûleurs atmosphériques, est approvisionnée en air par une gaine qui descend au sol, la ventilation supérieure étant constituée d'une cheminée de 2mx2m qui prend racine au niveau du plafond plat. Le gaz s'est enflammé au contact d'un moteur électrique ou de la flamme d'un brûleur. Six personnes dont 4 ouvriers travaillant sur le chantier sont légèrement blessés.



ARIA 32801 - 09/11/2006 - 2A - AJACCIO

40.2A - Production de combustible gazeux

Vers 20h30, lors d'une opération d'entretien sur le dispositif de production de mousse incendie d'un groupe dans une centrale thermique, les agents déconnectent par erreur la vanne d'aspiration de l'émulseur en pensant à la fermeture automatique par manque de tension. La vanne étant à sécurité positive, elle reste donc ouverte rendant possible l'aspiration du produit. Ils procèdent ensuite à un essai sur la canalisation en eau hors mousse après ouverture manuelle de la vanne d'eau et la fermeture du pied de bac émulseur, ce qui a pour effet de retenir l'émulseur dans le bac. Suite à cet essai concluant, ils remettent en position initiale ces 2 vannes. Par ailleurs, lors d'une précédente intervention, les agents avaient omis de refermer la vanne permettant la vidange en eau du circuit incendie de ce même groupe. La tuyauterie d'alimentation s'est donc vidée de l'eau qu'elle contenait entraînant le siphonnage de 1 000 l d'émulseur A3F (agent formant un film flottant) dans le caniveau de collecte des effluents de purge. Le produit s'est ensuite dilué dans le dernier bac décanteur de 390 m³ avant d'être rejeté dans la SALIVE. Le temps que le produit, biodégradable à 95 %, dilué dans le système de décanotation de la centrale franchisse l'ensemble des bacs permet de limiter la vitesse de progression du produit jusqu'au rejet dans la rivière. Un barrage est mis en place sur la SALIVE et les traces de mousse sont récupérées avec des absorbants adaptés. Le rejet des eaux industrielles dans la rivière est interrompu et des mesures de DCO sont réalisées dans le bac de rétention (1280 mg/l) et le cours d'eau (326 mg/l). La SALIVE au passage de la centrale est canalisée dans un ouvrage en génie civil, présentant lui-même une forme de cuvette dans laquelle les premiers rejets séjournent ce qui permet, dès le 10/11/2006, des pompages à hauteur de 28 m³ et des rejets dans le réseau d'eaux usées après accord avec la compagnie des eaux. Un système de traitement par charbon actif de la DCO est mis en place en sortie du système de floculation de la centrale le 21/11 et le 22/11, le rejet des eaux industrielles dans la SALIVE est repris et celui dans les eaux usées est interrompu.

L'exploitant prévoit pour début 2007 de rédiger une procédure de consignation du réseau émulseur, de réaliser une formation sur les exigences du régime d'essai et le fonctionnement des électrovannes et une information aux entreprises sur la nécessité de remettre en état l'ensemble des installations dans la position initiale demandée par le régime d'essai. L'inspection des installations classées est informée du déroulement de la gestion de l'évènement par les comptes rendus du 10/11/2006, 14/11/2006 et du 21/11/2006.

## ACCIDENTS TECHNOLOGIQUES EN LIGNE

Sécurité et transparence sont deux exigences légitimes de notre société. Aussi, depuis juin 2001 le site [www.aria.developpement-durable.gouv.fr](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr) du Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire propose-t-il aux professionnels et au public des enseignements tirés de l'analyse d'accidents technologiques. Les principales rubriques du site sont présentées en français et en anglais.

Sous les rubriques générales, l'internaute peut, par exemple, s'informer sur l'action de l'Etat, disposer de larges extraits de la base de données ARIA, découvrir la présentation de l'échelle européenne des accidents, prendre connaissance de l'indice relatif aux matières dangereuses relâchées pour compléter la « communication à chaud » en cas d'accident ou d'incident.

La description des accidents, matière première de toute démarche de retour d'expérience, constitue une part importante des ressources du site : déroulement de l'événement, conséquences, origines, circonstances, causes avérées ou présumées, suites données et enseignements tirés.

Une centaine de fiches techniques détaillées et illustrées présente des accidents sélectionnés pour l'intérêt particulier de leurs enseignements. De nombreuses analyses par thème ou par secteur industriel sont également disponibles. La rubrique consacrée aux recommandations techniques développe différents thèmes : chimie fine, pyrotechnie, traitement de surface, silos, dépôts de pneumatiques, permis de feu, traitement des déchets, manutention, ... Une recherche multicritères permet d'accéder à l'information sur des accidents survenus en France ou à l'étranger.

Le site [www.aria.developpement-durable.gouv.fr](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr) s'enrichit continuellement. Actuellement, près de 32 000 accidents sont en ligne et de nouvelles analyses thématiques verront régulièrement le jour.

Les résumés des évènements présentés sont disponibles sur le site :

[www.aria.developpement-durable.gouv.fr](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr)

Bureau d'analyse des risques et pollutions industriels  
2 rue Antoine Charial  
69426 Lyon Cedex 03  
Téléphone : 04 37 91 44 89

Service des risques technologiques  
Direction générale de la prévention des risques  
Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement  
Durable et de l'Aménagement du territoire  
20 avenue de Ségur  
75302 Paris 07 SP  
Téléphone : 01 42 19 20 21



## Résultats de recherche d'accidents sur [www.aria.developpement-durable.gouv.fr](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr)

Les accidents retenus pour l'étude sont surlignés en **vert**.

Les accidents exclus de l'étude sont surlignés en **rouge**.

Les accidents exclus car pris en compte dans une autre recherche d'accidentologie sont surlignés en **orange**.

*La base de données ARIA, exploitée par le ministère du développement durable, recense essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages,... classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses. Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif. La liste des événements accidentels présentés ci-après ne constitue qu'une sélection de cas illustratifs. Malgré tout le soin apporté à la réalisation de cette synthèse, il est possible que quelques inexactitudes persistent dans les éléments présentés. Merci au lecteur de bien vouloir signaler toute anomalie éventuelle avec mention des sources d'information à l'adresse suivante :*

BARPI – DREAL RHONE ALPES 69509 CEDEX 03 / Mel : [srt.barpi@developpement-durable.gouv.fr](mailto:srt.barpi@developpement-durable.gouv.fr)

Liste de(s) critère(s) de la recherche

- Date et Lieu : FRANCE
- Résumé : recherche.typeRecherche.tous.mots turbine à gaz

- |  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p><b>N°41668 - 13/02/2012 - FRANCE - 24 - LE LARDIN-SAINT-LAZARE</b></p> <p><i>D35.11 - Production d'électricité</i></p> <p>Le déclenchement d'une turbine à gaz à 7h22 dans un local technique provoque d'importantes vibrations et des fumées. Le dispositif d'extinction automatique au CO2 se déclenche. La ligne de cogénération dont dépend la turbine est mise en sécurité. Les vannes de sectionnement vers la turbine sont fermées et un périmètre de sécurité est instauré. Les pompiers sont alertés et se rendent sur place avec le service du gaz. A leur arrivée, ils constatent l'absence de feu. Après des relevés d'explosimétrie négatifs et considérant la situation sous contrôle, ils quittent les lieux.</p>  | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Incident sans conséquences</div>      |
|  | <p><b>N°33758 - 22/10/2007 - FRANCE - 13 - FOS-SUR-MER</b></p> <p><i>C19.20 - Raffinage du pétrole</i></p> <p>A 16h, du pétrole brut vaporisé s'échappe au niveau de la soupape d'un échangeur "pétrole brut/fumées de la turbine à gaz" d'une unité de distillation atmosphérique d'une raffinerie. Le POI est activé. Des rideaux d'eau sont actionnés et l'exploitant procède à l'isolation de l'échangeur (vannes motorisées) puis à sa décompression vers le réseau des slops. Le POI est levé à 16h45. Aucun blessé n'est à déplorer.</p>  |  |
|  | <p><b>N°32493 - 14/11/2006 - FRANCE - 13 - FOS-SUR-MER</b></p> <p><i>C19.20 - Raffinage du pétrole</i></p> <p>Dans une raffinerie, un déclenchement du craqueur catalytique (FCC) se produit suite à une perte d'air instrument lors d'une intervention de permutation de sécheurs d'air. L'unité est mise en sécurité puis arrêtée, ainsi que la turbine à gaz GTG et des chaudières. La baisse de production de 2 générateurs vapeurs, combinée à l'arrêt des chaudières, conduit à une perte de pression sur le réseau vapeur. Des fumées noires sont émises à la torche pendant 1 h occasionnant des plaintes de voisinage.</p>  |  |
|  | <p><b>N°26198 - 27/06/1995 - FRANCE - 67 - REICHSTETT</b></p> <p><i>C19.20 - Raffinage du pétrole</i></p> <p>Vers 15h20, une perte des alimentations électriques externes se produit dans une raffinerie. L'électricité du site est fournie par 2 lignes distinctes sur 2 jeux de barre distincts sans interconnexion, et supportées par des pylônes distincts, exploitées par une compagnie de distribution de courant, indépendante de la raffinerie. Sur site, un dispositif de ré-enclenchement automatique existe, la temporisation étant de 3s. Au-delà, un opérateur doit réarmer les disjoncteurs manuellement, ce qui prend quelques minutes. Le jour de l'incident, la perturbation dure 22 s : les 2/3 des unités du site passent automatiquement en arrêt (distillations, unités à haute pression sous hydrogène, les gas-plants, les conversions d'H2S, la conversion de résidus de distillation). Le FCC (craqueur catalytique) passe en îlotage : il est alimenté par une turbine à gaz (gaz fournis par l'unité) et la capacité de charge tampon couvre une alimentation pendant 10 min. Ensuite, une pompe directement sur le réseau électrique alimente le FCC. A 15h25, l'alimentation électrique est rétablie sur l'ensemble du site et les différentes unités commencent leur redémarrage. A 16h04, une nouvelle perte des alimentations électriques externes intervient pendant 22 s. Les unités repassent en arrêt mais, cette fois, le FCC, dont la charge était alimentée par la pompe électrique, s'arrête aussi : la turbine à gaz, toujours en fonctionnement grâce au gaz de dépressurisation permet le fonctionnement de la chaudière jusqu'au retour du courant (16h06) mais déclenche par manque de gaz à 16h22. Entre temps, toutes les alimentations des unités avaient pu être re-basculées sur le réseau électrique. L'incident conduit au brûlage de 12,8 t d'hydrocarbures et à l'émission à la torche de 3,2 t de SO2 dans la journée. A la suite de l'arrêt brutal du FCC, différentes vérifications sont effectuées : au cours de l'une d'elles, une sécurité de pression d'huile provoque l'arrêt du compresseur des gaz craqués pendant 1h27 : un nouveau brûlage est effectué sur une durée courte (11,9 t d'hydrocarbures, 2 t de SO2) et donne lieu à des fumées noires qui dérivent vers le village proche sous l'effet des vents de Nord-Est de 4 à 6 m/s. Des particuliers se plaignent ou s'inquiètent de la situation. Les teneurs en SO2 enregistrées sur l'analyseur de la commune montrent des pics à 285 µg/m³. L'exploitant ainsi que la compagnie d'électricité publient des communiqués de presse et informent les maires des communes voisines.</p> |  |
|  | <p><b>N°6557 - 03/06/1992 - FRANCE - NC - NC</b></p> <p><i>D35.11 - Production d'électricité</i></p> <p>Une turbine à gaz/vapeur fonctionne en régime ralenti pour procéder au remplacement d'une soupape au refoulement amont d'une vanne d'isolement de 6" sur un circuit basse pression à 3,5 b. La turbine est alimentée en moyenne pression sous 35 b par le by-pass de 1" de la vanne d'admission. Au moment du remontage de la soupape, la vanne de refoulement de 6" est fermée par erreur au lieu de la vanne de by-pass de 1". A la suite de sa montée en pression rapide, le casing explose en propulsant des débris de métal et de maçonnerie. Le chauffeur est mortellement atteint. La procédure de travail a été décidée sans consulter le responsable d'exploitation ; le maintien en service était censé éviter l'arrêt de la pompe.</p>  | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Erreur opératoire<br/>Explosion</div> |

## Résultats de recherche d'accidents sur [www.aria.developpement-durable.gouv.fr](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr)

Les accidents retenus pour l'étude sont surlignés en **vert**.

Les accidents exclus de l'étude sont surlignés en **rouge**.

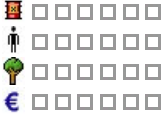
Les accidents exclus car pris en compte dans une autre recherche d'accidentologie sont surlignés en **orange**.


*La base de données ARIA, exploitée par le ministère du développement durable, recense essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages,... classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses. Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif. La liste des événements accidentels présentés ci-après ne constitue qu'une sélection de cas illustratifs. Malgré tout le soin apporté à la réalisation de cette synthèse, il est possible que quelques inexactitudes persistent dans les éléments présentés. Merci au lecteur de bien vouloir signaler toute anomalie éventuelle avec mention des sources d'information à l'adresse suivante :*

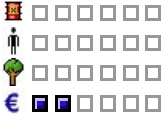
BARPI – DREAL RHONE ALPES 69509 CEDEX 03 / Mel : [srt.barpi@developpement-durable.gouv.fr](mailto:srt.barpi@developpement-durable.gouv.fr)

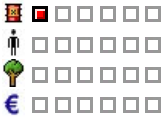
Liste de(s) critère(s) de la recherche

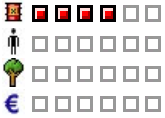
- Date et Lieu : Du 01/01/1900 au 01/06/2016 FRANCE
- Résumé : recherche.typeRecherche.tous.mots turbine;gaz

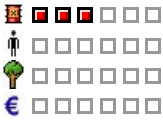
 **N°46917 - 20/07/2015 - FRANCE - 47 - NICOLE**  
**E38.21 - Traitement et élimination des déchets non dangereux**  
 Vers 18h30, un feu se déclare sur 400 m2 dans une installation de stockage de déchets non dangereux avec valorisation énergétique. L'incendie concerne 200 m3 de déchets ménagers. Une fumée importante se dégage. Les matières en feu sont déplacées à l'aide d'une grue et d'une pelle mécanique puis arrosées. Les vannes de biogaz et les turbines sont fermées. Le compacteur et les bâches d'étanchéité sont protégés. Après maîtrise du feu, une surveillance est mise en place pendant la nuit. Le lendemain matin, des fumerolles sont encore présentes. Un système d'arrosage propre à l'entreprise est maintenu.

 **N°45995 - 19/11/2014 - FRANCE - 90 - FONTAINE**  
**C33.12 - Réparation de machines et équipements mécaniques**  
 Vers 7 h, une fuite d'acide chlorhydrique est constatée sur un appareil de lavage à l'acide chlorhydrique gazeux dans une entreprise spécialisée dans la réparation d'ailettes pour turbines à gaz. L'exploitation est mise à l'arrêt et les salariés évacués. Les 8 ouvriers, sur place au moment des faits, présentent des signes d'irritations et de nausées et pour l'un d'entre eux des vomissements. Aucun d'eux n'est hospitalisé. Une équipe de pompiers spécialisée dans les interventions sur site industriel dilue le produit chimique échappé de l'installation dans 8 000 l d'eau. Le mélange est confiné dans le hangar sur rétention en attendant d'être pompé par un camion-citerne d'une société spécialisée pour le retraitement de ce type d'effluent. Les sols et les machines sont décontaminés. Le bâtiment est ventilé.

 **N°46130 - 23/04/2014 - FRANCE - 49 - LE PIN-EN-MAUGES**  
**A01.47 - Élevage de volailles**  
 Un feu se déclare vers 18h15 dans un poulailler de 880 m² abritant 33 000 poulettes. L'exploitant alerte les secours. Ces derniers protègent des citernes de gaz et éteignent l'incendie. Le bâtiment est détruit. Tous les animaux sont tués. Le préjudice global est estimé à 650 000 euros. Des signes précurseurs de dysfonctionnement électrique avaient cependant été relevés peu avant le sinistre. En effet, à 16h22 une alarme signale un défaut de fonctionnement de l'exploitation. L'épouse de l'exploitant constate à 17h16 qu'un fusible de 32A a fondu et le remplace. A 17h35, l'exploitant réarme les protections moteurs des turbines de ventilation qui avaient disjoncté. Il rentre chez lui et aperçoit la fumée à 18h15. Le bâtiment a été mis en service en juillet 2013, mais sans réception de la conformité des installations électriques. Celles-ci n'avaient pas fait l'objet de contrôle depuis. Une expertise permet d'identifier l'origine de l'incendie. Un point résistant dans l'armoire de distribution électrique du bâtiment a dissipé de l'énergie thermique par effet Joule. Cette armoire était fixée directement sur la paroi du bâtiment, constituée de panneaux sandwich. Or, la document technique de ces panneaux précise que les armoires électriques de puissance ne doivent pas être installées à moins de 20 cm du parement des panneaux. En chauffant, la résistance a dégagé suffisamment d'énergie pour que le garnissage du panneau atteigne son point d'auto-inflammation. L'incendie s'est alors très rapidement propagé en raison de la facilité d'inflammation des panneaux. Cet accident fait donc apparaître plusieurs défaillances organisationnelles : identification des risques insuffisantes : l'exploitant n'a pas suffisamment tenu compte des signaux des systèmes de protection électriques (fusibles, disjoncteur) qui avaient joué leur rôle. insuffisance des contrôles : pas d'évaluation de la conformité électrique à la mise en service. choix des équipement inadaptés : les panneaux sandwich ne peuvent servir de support à une armoire électrique.

 **N°44680 - 08/12/2013 - FRANCE - 38 - LE PONT-DE-CLAIX**  
**D35.30 - Production et distribution de vapeur et d'air conditionné**  
 Une fuite de gaz naturel est détectée vers 11 h au niveau des servomoteurs d'un poste de livraison dans une usine chimique. L'exploitant du site établit un périmètre de sécurité et interrompt une opération d'endoscopie sur turbine réalisée à proximité. Le service du gaz resserre les membranes des servomoteurs et vérifie l'étanchéité.

 **N°45789 - 12/08/2013 - FRANCE - 21 - DIJON**  
**C25.92 - Fabrication d'emballages métalliques légers**  
 Dans une usine fabriquant des emballages métalliques légers, la défaillance d'un dispositif de traitement des effluents gazeux provoque le rejet à l'atmosphère de 110 t d'acétate d'éthyle. L'incident survient suite au blocage de la turbine d'aspiration de l'air pollué. D'après l'exploitant, la détérioration a été provoquée par la pénétration dans la turbine du ventilateur, de la pièce métallique conique (sifflet) reliant la gaine d'entrée d'air pollué à cette turbine. L'exploitant met en place une maintenance et des contrôles de l'ensemble des éléments mécaniques et travaille sur la fiabilisation de la pièce sifflet.



**N°44307 - 17/06/2013 - FRANCE - 78 - SAINT-GERMAIN-EN-LAYE**

*E37.00 - Collecte et traitement des eaux usées*

Un agent d'une station d'épuration relève vers 16 h un taux élevé de biogaz (4 %, composé à 65 % de méthane inflammable et explosible) dans un regard à l'entrée du bâtiment de bio-cogénération lors de la recherche semestrielle de fuites sur le site. Selon la procédure en vigueur et après vérification des plans des réseaux, le service sécurité aidé des opérateurs de l'unité isole à 17h25 un tronçon enterré de 1 100 m véhiculant du biogaz sous pression (3 bar) alimentant les turbines à gaz. Les turbines sont arrêtées à 17h23 et des mesures de sécurisation de la zone prises (ventilation, balisage...). La décompression trop rapide du tronçon confirme l'existence d'une fuite. Les teneurs de méthane relevées dans les différents regards attenants sont en dehors des zones de dangers à 17h40. La mise en sécurité du bâtiment s'achève à 18 h. L'ouverture d'une tranchée de 30 m permet de localiser la fuite au niveau d'un joint de type 'pont à mousson'. La quantité de biogaz perdue est évaluée à 3,4 t, le biogaz s'est diffusé à travers le sol puis s'est accumulé dans les regards proches de la fuite et, pour les regards électriques, a migré vers des regards plus lointains en passant par les fourreaux de câble. Le tronçon fuyard est remplacé par un autre en PEHD électro-soudé sans raccord pour réduire le nombre de joint (coût : 86 kEuros). L'arrêt de l'unité de bio-cogénération produisant l'électricité du site et la chaleur nécessaire à la digestion entraîne une diminution de moitié de la capacité de chauffage des digesteurs et une demande d'achat d'électricité complémentaire pour alimenter la station, générant un sur-coût de 60 kEuros et une réduction de 50 % de la capacité de chauffage des digesteurs des boues de la station. C'est la troisième fuite détectée en 5 ans sur le réseau biogaz basse et haute pression de la station, les 2 premières avaient conduit l'exploitant à augmenter la fréquence des recherches de fuite. A la suite de l'accident, les travaux de réhabilitation de ce réseau sont inclus dans le programme de rénovation de la station prévu d'ici 2 ans. Dans l'attente, les procédures d'intervention dans la zone biogaz sont renforcées (permis de feu, formation ATEX...).



**N°44292 - 02/05/2013 - FRANCE - 92 - GENNEVILLIERS**

*H52.10 - Entreposage et stockage*

Un chauffeur se rend dans un dépôt pétrolier pour remplir son camion-citerne petit porteur en essence et en gazole vers 6 h. Il positionne son véhicule trop près de l'îlot de chargement. A l'issue du chargement en gazole, le bras articulé de chargement d'essence, déployé mais non connecté, se trouve bloqué contre la citerne. Le conducteur tente de le débloquent en jouant sur la suspension pneumatique du camion. Mais cette manœuvre crée des efforts excessifs qui rompent le bras au niveau de la tubulure de la turbine de comptage. Avant que l'automate de chargement ne ferme les vannes de sécurité, 300 l d'essence fuient. L'épandage est recueilli dans le réseau d'eaux huileuses et la vanne de rejet du décanteur est fermée. Les postes de chargement sont rincés à l'eau (68 m³). Les déchets liquides sont éliminés en filière spécialisée (coût : 21 kEuros). Les dommages au bras de chargement sont évalués à 5 kEuros. Pour régler son problème, le chauffeur n'a pas fait appel au personnel du site. Il a utilisé le mauvais bouton du boîtier de commande, qui ne comportait aucune indication lever / baisser et pouvait être utilisé dans toutes les orientations. L'exploitant du dépôt trace un marquage au sol pour faciliter le positionnement des camions.





**N°43181 - 22/12/2012 - FRANCE - 13 - MARTIGUES**

*C20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base*

Dans l'unité de vapocraquage d'un site pétrochimique classé Seveso, un feu d'huile se déclare à 15h40 sur un compresseur de gaz craqué. L'exploitant déclenche son POI, les pompiers de la plate-forme pétrochimique interviennent. La mise en sécurité des installations entraîne le torchage des hydrocarbures de l'unité avec émission d'une abondante fumée noire durant 24 h (période d'arrêt des installations) à l'origine de la réception par le standard des services de secours de nombreux appels de riverains. Aucune autre conséquence n'est constatée hors du site. Quelques pompiers internes ont souffert de niveaux sonores très élevés (baisse de leur perception auditive) lors de la rupture d'une ligne vapeur à 80 bar sous l'effet de la température. Le feu est maîtrisé à 17h30. Les dommages sont très importants sur la ligne de compression accidentée et les infrastructures environnantes, ainsi que sur les installations électriques et instrumentation de cette ligne et d'autres machines du hangar de compression. L'unité est arrêtée durant 11 semaines, puis redémarre à mi-capacité sur un seul train de compression. La durée des travaux de remise en état de la turbine du compresseur endommagée est estimée à environ 8 mois. Lors de l'arrêt total, les pertes de production s'élèvent à 100 KEuros/j. Le site avait redémarré 10 jours plus tôt après un arrêt quinquennal de maintenance durant lequel la ligne de compression avait été révisée. L'exploitant publie un communiqué de presse. Une expertise technique et judiciaire est réalisée pour déterminer les causes techniques de l'accident et les responsabilités éventuelles des sociétés ayant intervenu sur la ligne lors de la période de grand arrêt. Deux mois après l'accident, l'exploitant peut remettre en service la 2ème ligne de vapocraquage moins atteinte que la première (câblage à refaire). Aucune mesure de chômage technique n'est prise.

L'expertise technique révèle qu'une clef à frappe avait été oubliée, probablement lors de l'arrêt quinquennal, au niveau du 3ème étage du compresseur accidenté. Le jour de l'accident, la clef finit par passer dans les étages inférieurs du compresseur et percuter ses roues, entraînant ainsi d'importantes vibrations, puis finalement son arrêt de sécurité sur déclenchement d'une sécurité « vibration haute ». Certains dispositifs de sécurités associées à la mise en sécurité du compresseur ont alors mal fonctionné : défaut d'isolement du compresseur dû à un clapet anti-retour encrassé et d'une vanne motorisée mal fermée, son moteur électrique coupé après la mise en sécurité, mauvais fonctionnement de l'organe interne garantissant l'étanchéité entre l'huile et les gaz et l'équilibrage des pressions lors d'un arrêt de sécurité. Ces dysfonctionnements entraînent le passage à travers la garniture d'une partie des gaz craqués dans l'huile qui s'est enflammée.

Avant le redémarrage du 2ème compresseur, l'exploitant met en place plusieurs mesures préventives :

Vérification et révision des clapets anti-retour critiques à chaque arrêt d'entretien ;Vérification de la vanne motorisée en aval du compresseur et augmentation du seuil de sécurité déclenchant la coupure de son moteur électrique ;Ajout d'une vanne de dépressurisation rapide sur le réseau de torchage de l'unité asservie à la mise en sécurité du compresseur.

Des mesures de protection sont aussi prises sur l'unité de vapocraquage :

Ajout de détections incendie de type triple infrarouge dans le hall des compresseurs et au RDC au niveau des caisses à huile ;Enregistrement vidéo permanent du hall des compresseurs par de nouvelles caméras ;Amélioration des sprinklers sur les couronnes d'arrosage des caisses à huile ;Automatisation de l'arrosage par sprinkler du bâtiment compresseur sur détection incendie ;Modification des consignes POI pour intégrer la lutte contre les feux de machines alimentés par une fuite de gaz ;Diffusion du retour d'expérience sur l'incendie aux opérateurs et renforcement de leur formation sur la mise en sécurité des compresseurs et les sécurités actuelles et nouvelles.



**N°43062 - 02/09/2012 - FRANCE - 13 - MARTIGUES**

*C20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base*

Le moteur électrique du compresseur du maintien en froid des sphères de propylène d'une plate-forme pétrochimique grille vers 15 h. Pour éviter une montée en pression des sphères, leurs phases gazeuses sont envoyées à la torche (débit de 15 à 20 t/h de propylène) jusqu'au démarrage de la turbine vapeur de secours en fin d'après-midi. L'inspection des installations classées et les communes de Martigues et Port-de-Bouc sont informées.



**N°42269 - 11/06/2012 - FRANCE - 57 - RICHEMONT**

*C20.11 - Fabrication de gaz industriels*

Lors du redémarrage d'une unité dans une usine de production de gaz de l'air (azote, argon et oxygène) classée Seveso, une surpression se produit vers 11h30 dans le caisson de la boîte froide (caissons échangeurs et colonnes de distillations). Les 3 clapets de sécurité lestés protégeant l'unité s'ouvrent à 25 m de haut donnant lieu à un rejet de poussières blanches à base de perlite (roche volcanique broyée utilisée pour isoler une canalisation de liquide cryogénique, pouvant irriter les yeux et voies respiratoires à faible concentration). La procédure de démarrage est arrêtée, le site mis en sécurité et l'unité dépressurisée. Le POI est déclenché pour que le personnel puisse se rassembler et un périmètre de sécurité est instauré autour de l'unité accidentée. A 12 h, les pompiers inspectent l'unité et ne relèvent aucune teneur anormalement élevée en oxygène (O2). La poussière forme un nuage qui se déplace avec le vent en direction de l'autoroute voisine. La circulation n'est pas interrompue, mais des messages sur panneaux demandent aux conducteurs de ralentir en raison de la chaussée rendue glissante par les dépôts de perlite. Une fois l'unité ramenée à la pression atmosphérique, des employés purgent le liquide cryogénique et d'autres munis de lunettes et de masques aspergent avec de l'eau les dépôts de perlite au sol pour empêcher tout nouvel envol. L'incident est clos à 16 h. Le rejet est évalué à 63 t de perlite émises en quelques minutes sur les 360 t présentes dans l'unité (700 m³ sur 3 000 m³).L'inspection des installations classées se rend sur les lieux. L'installation ne redémarrera qu'à l'issue des investigations et tests nécessaires, la 2ème unité de production du site étant mise en service durant le laps de temps correspondant. L'exploitant rédige un communiqué de presse, révisé la procédure de démarrage de l'unité et actualise son POI.Les travaux de déperlitage de la boîte froide ont permis de constater que la tuyauterie d'échappement d'une turbine et le soufflet de compensation proche sont ouverts, des traces de points chauds étant visibles sur la tuyauterie de refoulement de la turbine. Les investigations mettent en cause une trop forte teneur en O2 gazeux dans la turbine lors du processus de démarrage de l'unité. Le processus de démarrage de l'unité accidentée est modifié et une instrumentation des clapets lestés des caissons réversibles avec mise en sécurité de l'unité est étudiée.

Défaillance mécanique  
Surpression



**N°41802 - 23/02/2012 - FRANCE - 36 - ISSOUDUN**

*C25.94 - Fabrication de vis et de boulons*

Une explosion se produit vers 9h15 au niveau de l'un des 2 extracteurs de fumée d'un four de traitement thermique de pièces métalliques (trempe à l'huile) dans un bâtiment de 1 000 m<sup>2</sup> d'une visserie ; 1 des 18 salariés de l'atelier légèrement intoxiqué est soigné par le service médical des secours. Les pompiers effectuent des mesures d'explosimétrie qui ne révèlent pas d'anomalie. Le four est isolé électriquement à l'issue de son refroidissement. La gendarmerie ainsi que les services du gaz et de l'électricité se sont rendus sur place. L'explosion aurait pour origine l'accumulation de gaz chauds suite à l'arrêt du ventilateur d'extraction des gaz pour une raison encore inconnue. Les investigations de l'exploitant n'ont pas permis de mettre en évidence un dysfonctionnement matériel ou organisationnel de cet équipement. L'exploitant a toutefois fait le choix de remplacer l'ensemble moteur/turbine. Deux coudes ont été supprimés sur le réseau d'évacuation des fumées pour permettre un meilleur écoulement de flux. Par ailleurs, la fréquence de nettoyage des filtres a été augmentée.

Déjà étudié



**N°41668 - 13/02/2012 - FRANCE - 24 - LE LARDIN-SAINT-LAZARE**

*D35.11 - Production d'électricité*

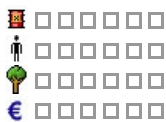
Le déclenchement d'une turbine à gaz à 7h22 dans un local technique provoque d'importantes vibrations et des fumées. Le dispositif d'extinction automatique au CO<sub>2</sub> se déclenche. La ligne de cogénération dont dépend la turbine est mise en sécurité. Les vannes de sectionnement vers la turbine sont fermées et un périmètre de sécurité est instauré. Les pompiers sont alertés et se rendent sur place avec le service du gaz. A leur arrivée, ils constatent l'absence de feu. Après des relevés d'explosimétrie négatifs et considérant la situation sous contrôle, ils quittent les lieux.



**N°39267 - 16/11/2010 - FRANCE - 86 - LE VIGEANT**

*C24.53 - Fonderie de métaux légers*

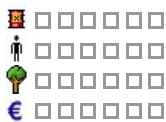
Dans une usine de fabrication de lingots d'aluminium pour l'industrie automobile, classée Seveso seuil bas, un feu à combustion lente se déclare dans un silo à poussières d'aluminium de l'installation de traitement des fumées. Le personnel est évacué, les fours sont arrêtés et l'alimentation électrique du dépoussiéreur est interrompue. Les secours localisent le foyer avec une caméra thermique. Les pompiers éteignent l'incendie puis vident les filtres ; les déchets sont pris en charge par l'exploitant. Les 27 employés de l'établissement sont en chômage technique. Selon la presse, la défaillance d'une turbine d'un moteur électrique serait à l'origine du sinistre. La gendarmerie, 2 élus et le service technique du gaz se sont rendus sur les lieux.



**N°34910 - 17/07/2008 - FRANCE - 67 - SCHNERSHEIM**

*A01.47 - Élevage de volailles*

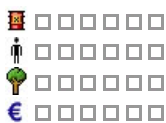
Un feu se déclare à 13h50 dans un bâtiment d'élevage de 1 500 m<sup>2</sup> en structure métallique mis en service en 2002 abritant 48 000 poules pondeuses. Les pompiers, alertés par l'exploitant, éteignent l'incendie, après 3 h d'intervention, à l'aide de 7 lances, dont l'une placée sur une grande échelle. Trois fourgons pompes-tonnes, une moto-pompe remorquable, un véhicule dévidoir automobile et un kilomètre de tuyaux sont mobilisés pour l'intervention. Toutes les poules périssent et le bâtiment est détruit. Les secours déblaient les lieux. Le feu, activé par des turbines à dépression servant à évacuer les gaz produits par les fientes, s'est rapidement généralisé en s'alimentant de différents matériaux inflammables présents dans le hangar.



**N°33758 - 22/10/2007 - FRANCE - 13 - FOS-SUR-MER**

*C19.20 - Raffinage du pétrole*

A 16h, du pétrole brut vaporisé s'échappe au niveau de la soupape d'un échangeur "pétrole brut/fumées de la turbine à gaz" d'une unité de distillation atmosphérique d'une raffinerie. Le POI est activé. Des rideaux d'eau sont actionnés et l'exploitant procède à l'isolation de l'échangeur (vannes motorisées) puis à sa décompression vers le réseau des slops. Le POI est levé à 16h45. Aucun blessé n'est à déplorer.



**N°32487 - 14/11/2006 - FRANCE - 92 - GENNEVILLIERS**

*C30.30 - Construction aéronautique et spatiale*

Un feu se déclare vers 2h30 sur une turbine à combustion à gaz de 83 MW dans le bâtiment de production d'énergie d'une usine Seveso seuil bas de construction de moteurs d'avions. La détection incendie entraîne l'arrêt de la turbine et de son alimentation en gaz naturel ainsi que celle du site. Le système d'extinction automatique se déclenche mais ne permet pas de maîtriser les flammes. Les pompiers éteignent l'incendie en 1 h avec 5 lances à débit variable de 500 l/min dont 2 sur échelle. Aucune victime n'est à déplorer mais la turbine est gravement endommagée. Les eaux d'extinction et autres liquides déversés, collectés dans le bâtiment formant capacité de rétention, sont éliminés comme déchets. Aucun écoulement à l'extérieur ne s'est produit et les autres installations classées du site notamment le traitement de surface et les stockages de produits chimiques n'ont pas été affectés par le sinistre. Les services spécialisés du gaz effectuent les contrôles de sécurité nécessaires avant la réalimentation de l'usine. Une fuite importante d'huile hydraulique, utilisée sous pression et à haute température dans la turbine, serait à l'origine de l'accident. L'exploitant effectue une enquête pour déterminer les causes de l'incendie.

Fuite d'huile sous pression utilisée pour la TAG / Incendie



**N°32493 - 14/11/2006 - FRANCE - 13 - FOS-SUR-MER**

*C19.20 - Raffinage du pétrole*

Dans une raffinerie, un déclenchement du craqueur catalytique (FCC) se produit suite à une perte d'air instrument lors d'une intervention de permutation de sècheurs d'air. L'unité est mise en sécurité puis arrêtée, ainsi que la turbine à gaz GTG et des chaudières. La baisse de production de 2 générateurs vapeurs, combinée à l'arrêt des chaudières, conduit à une perte de pression sur le réseau vapeur. Des fumées noires sont émises à la torche pendant 1 h occasionnant des plaintes de voisinage.



**N°32215 - 06/09/2006 - FRANCE - 47 - BARBASTE**

*H49.41 - Transports routiers de fret*

Un camion-citerne transportant 28 000 l de gazole se couche vers 8h45 sur la route D650 après que son chauffeur ait perdu le contrôle du véhicule. Les pompiers colmatent 2 trous d'homme sur 3. La fuite n'est pas stoppée mais régulée. Des mesures d'explosimétrie sont réalisées dans un périmètre de 50 m et révèlent des résultats négatifs. Une entreprise spécialisée intervient alors pour le dépotage et le relevage du camion accidenté. 20 000 l d'hydrocarbures se sont finalement échappés de la citerne et polluent la GELISE, affluent de la BAISE. Durant l'après-midi, 5 barrages flottants sont mis en place jusqu'à 1,5 km en aval du lieu de l'accident pour contenir la pollution. Les secours coupent la route et mettent en place un périmètre de sécurité de 100 m. Le relevage du camion est alors réalisé à l'aide d'une grue et sous la protection d'un rideau d'eau et de mousse. La pollution contenue au niveau des barrages est pompée, 6 jours durant, par plusieurs sociétés spécialisées, à l'aide d'hydrocureuses. Des lâchers d'eau sont réalisés, à l'aide de la turbine d'une société située en amont, de façon à favoriser l'accumulation de pollution au niveau d'un des barrages. Une fois pompé, le polluant est stocké dans une citerne relais. Les boudins absorbants et le matériel souillé sont entreposés dans une berce. Les opérations de dépollution se terminent vers 19h30, 7 jours après l'accident. Le site fluvial est exempt de pollution et libre de tout passage. La gestion de l'accident et de la pollution des eaux a nécessité une intervention massive sur les lieux : une cinquantaine de pompiers, 20 véhicules de secours, 2 unités mobiles d'intervention chimique, une unité de dépollution de la Gironde, des entreprises extérieures pour le dépotage et le relevage du camion puis pour le pompage de la pollution, les maires des deux communes concernées, l'expert d'une assurance, la gendarmerie, le responsable de "côteaux de Gascogne", le président de la société de pêche, etc.



**N°30082 - 21/06/2005 - FRANCE - 72 - CHERRE**

*H49.50 - Transports par conduites*

Un feu dans une station de recompression de gaz naturel transporté par gazoduc est détecté à distance par le centre de contrôle de Nantes. Le POI est déclenché (niveau 2 de l'alerte). La mise en oeuvre de l'extinction automatique par du CO2 arrête la propagation. Lors de l'ouverture du caisson de la turbine par le personnel du site, une reprise de flammes est stoppée à l'aide d'un extincteur portatif. Les pompiers sont toutefois alertés. L'incendie est éteint vers 17h. Un arrosage du groupe est maintenu momentanément. La station est arrêtée de 3 à 4 h, une perturbation du terminal de distribution est envisagée pour le lendemain. L'incendie résulterait de l'inflammation d'huile de lubrification au niveau de la garniture d'une turbine entraînant un des compresseurs.



**N°28496 - 10/12/2003 - FRANCE - 59 - MARDYCK**

*C20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base*

Une réaction de décomposition a lieu vers 2 h du matin dans un réacteur de polymérisation d'éthylène haute pression dans une usine de fabrication de plastiques. Les sécurités sont activées : rupture des 3 disques de surpression entraînant le déclenchement des vannes permettant l'écoulement et la pulvérisation de l'eau des ballons sous azote du collecteur des gaz de décomposition, fermeture de la vanne de liaison réacteur/séparateur, des vannes de sectionnement du réacteur et ouverture du by-pass, arrêt de l'alimentation en C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, initiateurs et agent de transfert. Les conséquences se limitent au rejet à l'atmosphère pendant 5 s à 30 m du sol d'un mélange constitué de 454 kg d'éthylène, 0,5 kg d'éthane, 0,4 kg de butane, 27,8 kg de méthane, 0,7 kg d'hydrogène, 193 kg d'azote, 7 kg de monoxyde (50%) et dioxyde (50%) de carbone. L'ouverture des installations permet de constater un dépôt de noir de carbone sur l'agitateur, des traces de polyéthylène, une ailette dévissée sur la base d'injection de l'initiateur, un porte-thermocouple abîmé, un pôle de l'agitateur déformé et marqué au niveau des disques de rupture bas. L'analyse des enregistrements des paramètres de contrôle de la réaction réalisée par l'exploitant ne fait apparaître aucune anomalie, le réacteur avait fait l'objet d'une réfection 15 j avant la décomposition. Le desserrage de la tête d'injection de l'initiateur a pu conduire à la mauvaise dispersion de ce dernier dans le flux gazeux et à la décomposition de l'éthylène. A la suite de cet incident, l'exploitant procède à une nouvelle réfection du réacteur (changement de l'agitateur, de la turbine de mesure de débit, nettoyage du réacteur, remplacement des disques de rupture, des thermocouples, tests de sécurité). L'installation est redémarrée le 12 décembre vers 10 h. L'exploitant s'engage à formaliser les contrôles visuels effectués lors des maintenances sur les équipements tels que buses d'injection des initiateurs, support des thermocouples, etc. Les pertes matérielles s'élèvent à 42 Keuros, les pertes d'exploitation à 120 Keuros.



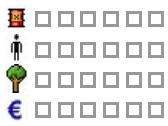
**N°20941 - 26/06/2001 - FRANCE - 69 - FEYZIN**

*C19.20 - Raffinage du pétrole*

Dans une raffinerie, en fin de matinée, une inflammation avec surpression se produit dans la chambre de combustion d'une chaudière. Cet équipement est en cours de redémarrage, sur brûleurs fioul selon la procédure normale. A 12 h 44, une température basse est détectée en sortie de la chaudière, entraînant un arrêt d'urgence, afin de protéger le matériel en aval (en particulier les turbines). Cet arrêt automatique coupe l'arrivée de combustible et la ventilation. A 12h56, la ré-inflammation de la chambre de combustion se produit. Après l'incident, les vérifications faites montrent que les 4 vannes fioul et les vannes gaz sont fermées, que les vannes auto vers les pilotes sont fermées et étanches. Une hypothèse possible serait celle de la vaporisation d'une coulée de fioul combustible (FOD) à partir d'une vanne qui fuit au niveau de l'alimentation des brûleurs, jusque dans la chambre chaude, vaporisation puis l'inflammation du mélange gazeux au contact d'un point chaud. Ce scénario était rendu possible par la configuration de la séquence d'arrêt d'urgence : le système coupait à la fois l'alimentation en combustible et la motoventilation. L'exploitant met en place les mesures suivantes : séquence d'arrêt intermédiaire permettant l'arrêt de l'alimentation en fioul mais le maintien en service de la ventilation (sur les 3 chaudières), mise en place de fins de course sur la position fermée des vannes d'alimentation en fuel, mise en oeuvre d'une sécurité permettant l'arrêt de la circulation en fioul dans la conduite si tous les fins de course ne sont pas position fermée.

Surpression après redémarrage

Fuite d'huile /  
Incendie

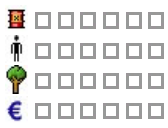


**N°13932 - 06/10/1998 - FRANCE - 33 - AMBES**

*C20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais*

Dans l'unité de fabrication d'acide nitrique d'une usine d'engrais, les paliers d'une turbine de récupération thermique et d'un compresseur d'air se rompent sur un train tournant. Alertés par un fort bruit, les opérateurs arrêtent l'unité en urgence et découvrent un feu dans le caisson phonique isolant la turbine. Celui-ci attaqué avec des extincteurs, n'est maîtrisé qu'à l'arrivée des pompiers externes. La rupture des paliers a provoqué fuite et projections d'huile qui se sont enflammées sur les parties chaudes de la turbine. Les dommages matériels sont importants (compresseurs désalignés, etc.) et 70 des 110 employés sont en chômage technique. Les installations sont contrôlées. L'environnement n'est pas atteint (pas de gaz nitreux émis, etc.).

Défaillance mécanique /  
Projection



**N°12267 - 13/01/1998 - FRANCE - 64 - LACQ**

*B06.20 - Extraction de gaz naturel*

Dans un établissement de production et de traitement de gaz naturel, le plateau d'embrayage de la turbine à vapeur se rompt. Les fragments sont projetés dans le plan de rotation, causant des dommages internes. Il n'y a pas de victime. Les causes de l'accident sont recherchées.



**N°11245 - 27/05/1997 - FRANCE - 76 - LE HAVRE**

*C28.13 - Fabrication d'autres pompes et compresseurs*

A la suite d'une fuite sur un banc d'essai de turbines, un feu se propage à la structure et au bardage du bâtiment d'une tour de refroidissement proche. L'arrêt de l'alimentation en gaz stoppe la fuite enflammée. L'intervention dure 1h45 et limite les dommages au périmètre immédiat de l'installation. La voie ferrée PARIS/Le HAVRE est coupée 1h30. Lors de l'arrêt d'urgence du banc après constat d'une 1ère fuite, l'ouverture rapide de la vanne de dépressurisation des équipements testés sous 385 b de gaz provoque la rupture d'un disque, non d'origine et taré dissymétriquement (6,2 b sens normal - 1,3 b torche/échangeur), sur l'échangeur eau/gaz du réseau torche de l'unité. Le gaz a expulsé l'eau de refroidissement au sommet de la tour et s'est enflammé.



**N°26198 - 27/06/1995 - FRANCE - 67 - REICHSTETT**

*C19.20 - Raffinage du pétrole*

Vers 15h20, une perte des alimentations électriques externes se produit dans une raffinerie. L'électricité du site est fournie par 2 lignes distinctes sur 2 jeux de barre distincts sans interconnexion, et supportées par des pylônes distincts, exploitées par une compagnie de distribution de courant, indépendante de la raffinerie. Sur site, un dispositif de ré-enclenchement automatique existe, la temporisation étant de 3s. Au-delà, un opérateur doit réarmer les disjoncteurs manuellement, ce qui prend quelques minutes. Le jour de l'incident, la perturbation dure 22 s : les 2/3 des unités du site passent automatiquement en arrêt (distillations, unités à haute pression sous hydrogène, les gas-plants, les conversions d'H<sub>2</sub>S, la conversion de résidus de distillation). Le FCC (craqueur catalytique) passe en îlotage : il est alimenté par une turbine à gaz (gaz fournis par l'unité) et la capacité de charge tampon couvre une alimentation pendant 10 min. Ensuite, une pompe directement sur le réseau électrique alimente le FCC. A 15h25, l'alimentation électrique est rétablie sur l'ensemble du site et les différentes unités commencent leur redémarrage. A 16h04, une nouvelle perte des alimentations électriques externes intervient pendant 22 s. Les unités repassent en arrêt mais, cette fois, le FCC, dont la charge était alimentée par la pompe électrique, s'arrête aussi : la turbine à gaz, toujours en fonctionnement grâce au gaz de dépressurisation permet le fonctionnement de la chaudière jusqu'au retour du courant (16h06) mais déclenche par manque de gaz à 16h22. Entre temps, toutes les alimentations des unités avaient pu être re-basculées sur le réseau électrique. L'incident conduit au brûlage de 12,8 t d'hydrocarbures et à l'émission à la torche de 3,2 t de SO<sub>2</sub> dans la journée. A la suite de l'arrêt brutal du FCC, différentes vérifications sont effectuées : au cours de l'une d'elles, une sécurité de pression d'huile provoque l'arrêt du compresseur des gaz craqués pendant 1h27 : un nouveau brûlage est effectué sur une durée courte (11,9 t d'hydrocarbures, 2 t de SO<sub>2</sub>) et donne lieu à des fumées noires qui dérivent vers le village proche sous l'effet des vents de Nord-Est de 4 à 6 m/s. Des particuliers se plaignent ou s'inquiètent de la situation. Les teneurs en SO<sub>2</sub> enregistrées sur l'analyseur de la commune montrent des pics à 285 µg/m<sup>3</sup>. L'exploitant ainsi que la compagnie d'électricité publient des communiqués de presse et informent les maires des communes voisines.



**N°5763 - 31/10/1992 - FRANCE - 59 - TAISNIERES-SUR-HON**

*D35.22 - Distribution de combustibles gazeux par conduites*

Dans une station de compression de gaz naturel, un turbocompresseur s'arrête en position verrouillée suite à la rupture d'un arbre d'accouplement pour une cause indéterminée. La rupture provoque la détérioration des conduites d'huile de lubrification de la machine, entraînant des fuites d'hydrocarbures importantes. L'huile s'enflamme spontanément au contact des parties chaudes ; la quantité brûlée est estimée à 1800 l. L'incendie détruit aussi un manchon caoutchouc de liaison d'un circuit gaz. Le système d'extinction automatique au CO<sub>2</sub> équipant la machine fonctionne mais demeure inefficace du fait de l'ouverture accidentelle de l'enceinte de la turbine par la rupture de l'arbre d'accouplement. L'huile imbrûlée restée dans la machine est éliminée dans un centre de traitement de déchets industriels.

Déjà étudié



**N°6557 - 03/06/1992 - FRANCE - NC - NC**

*D35.11 - Production d'électricité*

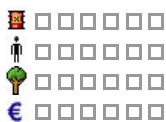
Une turbine à gaz/vapeur fonctionne en régime ralenti pour procéder au remplacement d'une soupape au refoulement amont d'une vanne d'isolement de 6" sur un circuit basse pression à 3,5 b. La turbine est alimentée en moyenne pression sous 35 b par le by-pass de 1" de la vanne d'admission. Au moment du remontage de la soupape, la vanne de refoulement de 6" est fermée par erreur au lieu de la vanne de by-pass de 1". A la suite de sa montée en pression rapide, le casing explose en propulsant des débris de métal et de maçonnerie. Le chauffeur est mortellement atteint. La procédure de travail a été décidée sans consulter le responsable d'exploitation ; le maintien en service était censé éviter l'arrêt de la pompe.



**N°12859 - 19/03/1983 - FRANCE - 38 - CLAIX**

*C20.13 - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base*

Sur un site chimique produisant du chlore et des dérivés chlorés, une fuite de 500 kg de Cl<sub>2</sub> a lieu en 1 h sur une colonne de lavage. Le site dispose de 3 postes électriques, reliés entre eux et abaissant la tension de 63 à 5 KV ; 2 sont alimentés par un poste électrique implanté sur la commune, l'un par une ligne électrique (L1), le second par 2 lignes (L2 & L3). Le 3ème poste de l'usine est relié à la centrale électricité/vapeur de l'usine. A 14h55, un défaut grave sur le poste P1 ouvre plusieurs disjoncteurs dans les postes usine et dans le poste. Dans l'impossibilité de déterminer l'origine du défaut depuis la salle de contrôle de la centrale vapeur, les opérateurs effectuent des manoeuvres d'ouverture et de fermeture des lignes qui, le défaut n'étant pas isolé, provoquent à leur tour des déclenchements et notamment l'arrêt des turbines à gaz fournissant le courant électrique 'usine'. A 15h12, une ligne (L3) est remise en service, le courant est rétabli sur les postes 2 et 3, mais pas sur le poste P1 alimenté par la ligne L1 déjà ouverte avant l'incident. Le défaut n'étant toujours pas localisé, un essai est réalisé pour refermer la ligne (L4) alimentant le poste P1 depuis le poste P2. Un nouveau défaut entre les phases du jeu de barres du poste P1 coupe à nouveau la ligne L3. Alertés, les opérateurs se rendent alors au poste P1 où ils découvrent que l'un des transformateurs de potentiel permettant de mesurer les variations de tension sur la ligne 63 KV est détruit, l'huile qu'il contient brûlant encore. Le poste P1 est alors totalement isolé. L'usine sera totalement réalimentée à 15h47. Lors d'une panne électrique générale, une mise en sécurité des installations est prévue avec le démarrage automatique de 8 groupes électrogènes diesel pour alimenter les seuls appareils nécessaires à l'arrêt des unités. Si 7 d'entre eux démarrent normalement dont un manuellement, le 8ème affecté à l'unité de fabrication du Cl<sub>2</sub> et à 3 autres unités, s'arrêtera 2 s plus tard fusible grillé. Des suppressions dans les circuits aval contenant du Cl<sub>2</sub> liquéfié soulèvent le toit frangible de la colonne de lavage et endommagent également un joint sur une canalisation d'ammoniac dans un atelier de dessalage. L'NH<sub>3</sub> et le Cl<sub>2</sub> libérés forment du chlorure d'ammonium qui a permis de visualiser la dérive du nuage toxique à 1 000 m d'altitude sur 10 km avant qu'il ne se dissipe sous l'influence de conditions météorologiques favorables. Deux intervenants seront légèrement intoxiqués.



**N°26523 - 31/12/1974 - FRANCE - NC-**

*C19.20 - Raffinage du pétrole*

Sur une unité de craquage catalytique à l'arrêt d'une raffinerie, un feu se déclare sur un compresseur de gaz craqués. Après la remise en route du compresseur, dont les caractéristiques sont de 3 500 CV, Haute et Basse Pression, un filtre se bouche et une alarme se déclenche sur le circuit d'huile. A la suite du basculement sur le filtre de secours, le mécanicien de quart se trompe d'orifice et dévisse un bouchon sur le filtre ¼ de pouce en service, dont la pression est de 8 bars. La projection d'huile qui se produit inévitablement est transformée en aérosol et s'enflamme au contact des lignes chaudes de la turbine. Le sinistre provoque l'arrêt temporaire des installations. L'origine de l'accident serait dû à diverses anomalies d'organisation: le travail avait été commandé sur simple demande verbale sans permis et l'opérateur n'était pas présent sur les lieux pour indiquer la machine sur laquelle le mécanicien devait intervenir.



**N°26580 - 10/10/1969 - FRANCE - NC-**

*C19.20 - Raffinage du pétrole*

Un feu se déclare sur une unité de distillation atmosphérique d'une raffinerie. A la suite d'un incident sur un transformateur faisant déclencher les pompes de reflux, une flaque d'essence se répand. En effet, la pompe de charge continue de débiter et la turbine de secours ne démarre pas. La température monte donc en tête de colonne de distillation, les soupapes s'ouvrent et crachent du liquide et du gaz. L'égout ne débitant pas, l'essence s'étale dans l'unité et les vapeurs s'allument au contact d'un four. L'incident entraîne l'arrêt temporaire des installations.

**ANNEXE 15**

**RAPPORT DE MODELISATIONS**

# PRÉAMBULE

L'Analyse Préliminaire des Risques en groupe de travail a permis d'identifier les scénarios pouvant conduire à un phénomène dangereux.

Pour certains d'entre eux, il n'a pas été nécessaire de calculer finement les zones d'effets.

En effet, des critères simples ont permis d'estimer si les effets du phénomène dangereux pouvaient potentiellement atteindre des enjeux situés à l'extérieur de la limite d'exploitation :

- ↳ la nature et la quantité de produit concerné ;
- ↳ les caractéristiques des équipements mis en jeu ;
- ↳ la localisation de l'installation par rapport à la limite d'exploitation ;
- ↳ etc.

Toutefois, au cours de l'APR, le groupe de travail a éprouvé des difficultés pour estimer les effets de certains phénomènes dangereux, en particulier pour déterminer si ces effets sont susceptibles de sortir de la limite d'exploitation ou non. Pour ces cas, une modélisation a été réalisée dès ce stade afin de lever l'incertitude et pouvoir effectuer la cotation en gravité.

Les résultats de ces modélisations sont présentés ci-après. Ils concernent les scénarios relatifs à :

- ↳ l'explosion du caisson de la turbine à gaz (scénarios 1, 2, 6, 7, 8) ;
- ↳ l'explosion de la galerie abritant la post-combustion et le brûleur « Air frais » (scénarios 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18).

**Nota :** Les effets thermiques consécutifs aux scénarios de surpression seront exclus de la présente étude. En effet, le nuage de gaz inflammable susceptible de s'accumuler est confiné dans le caisson pour la turbine à gaz et dans la galerie pour la post-combustion. De ce fait, seule la suppression engendrée par l'explosion du nuage de gaz sera modélisée.

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>METHODES UTILISEES (EFFETS DE SURPRESSION LIES A UNE EXPLOSION DE GAZ INFLAMMABLE) .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>EVALUATION QUANTITATIVE.....</b>	<b>6</b>
2.1	EXPLOSION DU CAISSON DE LA TURBINE A GAZ .....	6
2.1.1	<i>HYPOTHESES.....</i>	<i>6</i>
2.1.2	<i>RESULTATS.....</i>	<i>7</i>
2.1.3	<i>COMMENTAIRES.....</i>	<i>8</i>
2.2	EXPLOSION DE LA GALERIE ABRITANT LA POST-COMBUSTION ET LE BRÛLEUR « AIR FRAIS ».....	9
2.2.1	<i>HYPOTHESES.....</i>	<i>9</i>
2.2.2	<i>RESULTATS.....</i>	<i>10</i>
2.2.3	<i>COMMENTAIRES.....</i>	<i>11</i>



## **1 METHODES UTILISEES (EFFETS DE SURPRESSION LIES A UNE EXPLOSION DE GAZ INFLAMMABLE)**

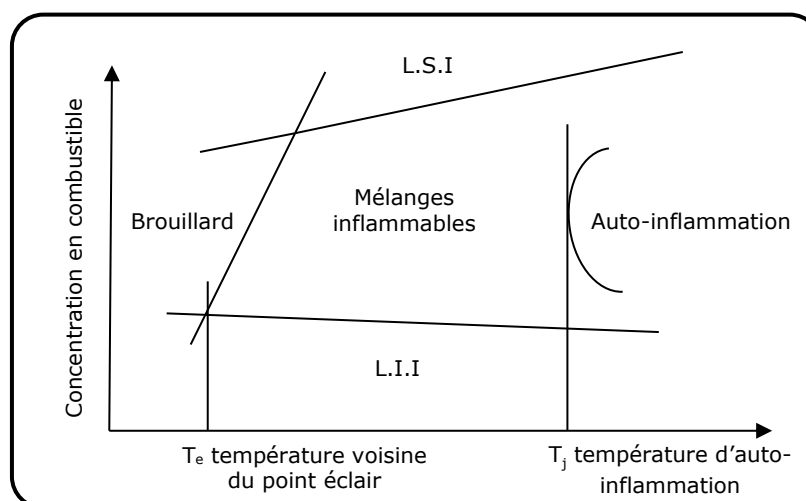
La modélisation consiste dans un premier temps à effectuer la dispersion du nuage de gaz inflammable, de définir la quantité de gaz susceptible d'exploser, de connaître les distances atteintes par le nuage explosible et, dans un deuxième temps, de calculer les distances correspondant aux surpressions engendrées par l'explosion du nuage.

La dispersion du nuage de gaz est effectuée au moyen du logiciel EFFECTS développé par le TNO Environment.

La quantité de gaz explosible est définie par rapport aux limites inférieures et supérieures d'explosivité.

Ce domaine dans lequel se situe cette masse (confère image ci-dessous) est délimité par :

- ↪ la Limite Inférieure d'Inflammabilité ou d'Explosivité (LII ou LIE) s'exprimant en % de gaz en volume dans l'air. En-dessous de cette limite, le mélange est trop pauvre en combustible (ou trop riche en oxygène) pour que la flamme puisse se propager dans le milieu gazeux,
- ↪ la Limite Supérieure d'Inflammabilité ou d'Explosivité (LSI ou LSE) s'exprimant en % de gaz en volume dans l'air. Au-dessus de cette limite, le mélange est trop riche en combustible (ou trop pauvre en oxygène) pour que la flamme puisse se propager dans le milieu gazeux,
- ↪ la courbe de condensation dans la partie gauche,
- ↪ la courbe d'auto-inflammation dans la partie droite, qui correspond à une inflammation « spontanée » du mélange.



Le calcul des surpressions est également effectué par le logiciel EFFECTS selon la méthode multi-énergie développée par le TNO (Yellow Book).

Cette méthode repose sur le fait que les conditions de combustion dans un nuage inflammable peuvent varier considérablement d'un point à un autre, du fait des différences de confinement partiel entre les différentes zones. Les zones à fort potentiel de confinement donnent des explosions violentes, tandis que les zones en champ libre ne font que brûler sans effet de pression significatif. Dans la méthode

multi-énergie, le confinement partiel d'une zone est représenté par un indice de violence (1 à 10) correspondant à différentes vitesses de flamme.

Un des paramètres importants pour ce type de scénario est le délai d'allumage du nuage explosible. Au regard des travaux de Lannoy (EDF – DER – 1984), il est généralement admis que l'inflammation accidentelle des nuages gazeux explosibles est observée dans la majorité des cas dans un délai inférieur à la minute (délai de 1 min pour 69 % des cas). De récentes analyses (Koshy et al, 1995) indiquent que le délai le plus probable avant inflammation serait plutôt de l'ordre de quelques minutes. Enfin, des exemples d'explosions accidentelles dont le délai avant inflammation avoisinait une dizaine de minutes sont assez nombreux. C'est pourquoi, dans le cas présent, le délai d'allumage est pris égal à 5 minutes.

#### ↳ conditions météorologiques

Les conditions météorologiques prises en compte dans les scénarios seront les conditions standards prises pour ce type d'étude :

- ✓ F3 : stabilité F (très stable), vent de 3 m/s. Cette condition se rencontre notamment la nuit en toute saison et génère une dispersion lente du nuage et une zone de forte concentration relativement longue.
- ✓ D5 : stabilité D (neutre), vent de 5 m/s. Cette condition reflète une situation courante en France et en toute saison.

#### ↳ critères de surpression

Surpressions	Effets sur l'homme	Effets sur les structures
20 mbar	seuil des effets délimitant la <b>zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme</b>	seuil des destructions significatives de vitres
50 mbar	seuil des effets irréversibles délimitant la <b>zone des dangers significatifs pour la vie humaine</b>	seuil des dégâts légers sur les structures
140 mbar	seuil des effets létaux délimitant la <b>zone des dangers graves pour la vie humaine</b>	<b>seuil des dégâts graves sur les structures</b>
200 mbar	seuil des effets létaux significatifs délimitant la <b>zone des dangers très graves pour la vie humaine</b>	seuil des effets dominos
300 mbar		<b>seuil des dégâts très graves sur les structures</b>

*Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression, conformément à l'arrêté du 29 septembre 2005.*

#### ↳ Indices de violence

Les indices multi-énergie sont choisis selon la méthode définie par le Yellow Book (Methods for the calculation of physical effects – CPR 14E – 3ème édition 1997) édité par le TNO. L'indice est fonction des obstacles, du confinement du nuage de gaz et de l'énergie de la source d'ignition.

##### ✓ Obstacles :

- Fort : les obstacles représentent plus de 30 % du volume considéré et sont espacés de moins de 3 m.

- Faible : les obstacles représentent moins de 30 % d'espace.
- Aucun : pas d'obstacle.
- ✓ Confinement :
  - Oui : le nuage est confiné par des murs sur 2 ou 3 côtés.
  - Non : le nuage n'est pas confiné sauf par le sol.
- ✓ Energie d'ignition :
  - Fort : la source d'ignition est, par exemple, une petite explosion (explosion d'une partie du nuage à l'intérieur d'un immeuble) qui ensuite engendre l'explosion du nuage principal.
  - Faible : étincelle, flamme, point chaud.

Le tableau de correspondance est le suivant.

Energie d'ignition		Obstacles			Confinement		Indices multi-énergie
Fort	Faible	Fort	Faible	Aucun	Oui	Non	
X		X			X		7-10
X		X				X	7-10
	X	X			X		5-7
X			X		X		5-7
X			X			X	4-6
X				X	X		4-6
	X	X				X	4-5
X				X		X	4-5
	X		X		X		3-5
	X		X			X	2-3
	X			X	X		1-2
	X			X		X	1

Dans cette étude, l'énergie d'ignition est considérée comme faible.

## 2 EVALUATION QUANTITATIVE

### 2.1 EXPLOSION DU CAISSON DE LA TURBINE A GAZ

#### 2.1.1 HYPOTHESES

Dans le cadre de l'étude, différents scénarios sont étudiés afin de déterminer la masse de gaz susceptible de se trouver dans le caisson de la turbine à gaz.

Les premières approches de scénarios envisageables ont été prises sur deux hypothèses :

- ↳ scénario lié à une rupture guillotine de la canalisation ;
- ↳ scénario lié à une fuite égale à 10% du diamètre de la canalisation.

Les calculs ont été établis sur les hypothèses suivantes :

↳ local :

Paramètre	Valeur retenue
Surface	27,6 m <sup>2</sup>
Volume	91 m <sup>3</sup>
% d'occupation	50 %
Volume libre	45,05 m <sup>3</sup>
Température	11,2 °C
Seuil de coupure détection gaz	30% de la LIE

↳ combustible :

Paramètre	Valeur retenue
Nature	Méthane
LIE	5 %
LSE	15 %
Masse volumique ( $\rho$ )	0,69024 kg/m <sup>3</sup>

↳ caractéristiques de la canalisation de gaz :

Paramètre	Valeur retenue
Nature	Méthane
Longueur de la canalisation	0 m (Canalisation enterrée)
Diamètre de la canalisation	DN 125

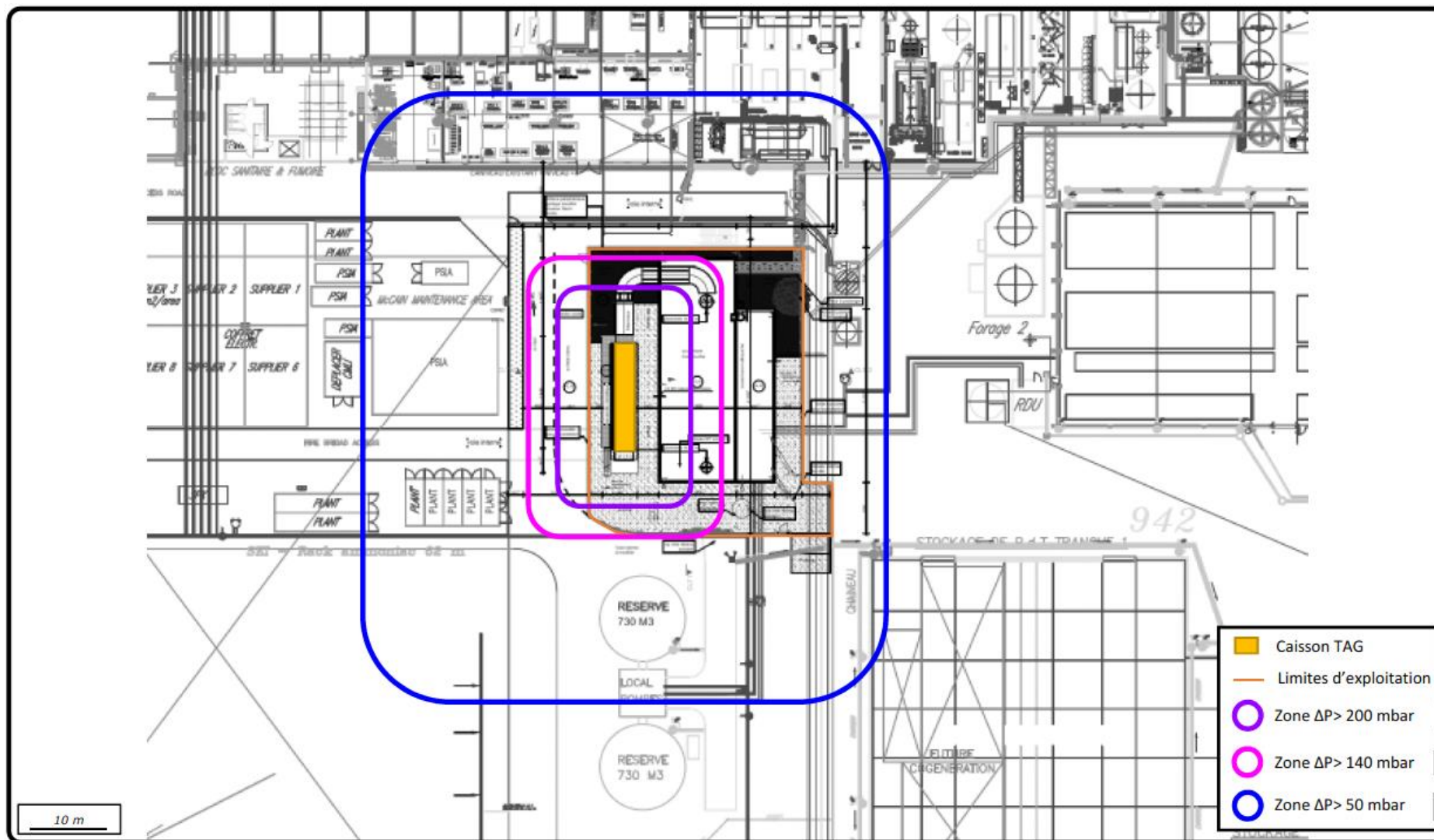
Afin de modéliser l'explosion du caisson de la turbine à gaz suite à une fuite de gaz, une hypothèse majorante et réaliste sera retenue. La masse explosible considérée représentera le volume maximum de gaz susceptible de se trouver dans le local, à la LSE, soit 15%.

Ainsi, la quantité sera égale à :

$$V_{\text{explosible}} = \frac{15}{100} \times 45,05 = 6,8 \text{ m}^3$$

$$M_{\text{explosible}} = V_{\text{explosible}} \times \rho = 6,8 \times 0,69024 = 4,7 \text{ kg}$$

2.1.2 RESULTATS



Les distances d'effets sont reprises dans le tableau ci-dessous :

<b>200 mbar (Effets domino)</b>	<b>140 mbar</b>	<b>50 mbar</b>
7,6 m	11,5 m	33,1 m

### 2.1.3 COMMENTAIRES

D'après la cartographie des zones d'effets, les effets de surpression correspondant aux effets domino et aux 140 mbar sont confinés dans les limites d'exploitation du site.

Les zones d'effets correspondant aux 50 mbar sortent des limites d'exploitation.

Seules les installations de la société Mc Cain sont comprises dans les seuils d'effets issus de la modélisation. Elles sont reprises dans le tableau ci-dessous :

	<b>SEI</b>	<b>SEL</b>	<b>SELS</b>
<b>Nord</b>	Extension du bâtiment de production abritant : <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ les installations de stockage d'ammoniac situées à proximité des groupes frigorifiques ;</li> <li>↳ un local technique regroupant différentes armoires électriques.</li> </ul> Les voiries de circulation	/	/
<b>Est</b>	Canalisations de biogaz, d'effluents et d'eau froide Les voiries de circulation	/	/
<b>Sud</b>	Cuves de stockage des réserves en eau pour le sprinklage et local surpresseur associé	/	/
<b>Ouest</b>	/	/	/

## 2.2 EXPLOSION DE LA GALERIE ABRITANT LA POST-COMBUSTION ET LE BRÛLEUR « AIR FRAIS »

### 2.2.1 HYPOTHESES

Dans le cadre de l'étude, différents scénarios sont étudiés afin de déterminer la masse de gaz susceptible de se trouver dans le local de post-combustion.

Les premières approches de scénarios envisageables ont été prises sur deux hypothèses :

- ↳ scénario lié à une rupture guillotine de la canalisation ;
- ↳ scénario lié à une fuite égale à 10% du diamètre de la canalisation.

Les calculs ont été établis sur les hypothèses suivantes :

↳ local :

Paramètre	Valeur retenue
Hauteur	3,5 m
Largeur	3 m
Longueur	9 m
Volume	94,5 m <sup>3</sup>
V d'occupation	10 m <sup>3</sup>
Volume libre	84,5 m <sup>3</sup>
Température	11,2 °C
Seuil de coupure détection gaz	30 % de la LIE

↳ combustible :

Paramètre	Valeur retenue
Nature	Méthane
LIE	5 %
LES	15 %
Masse volumique ( $\rho$ )	0,69024 kg/m <sup>3</sup>

↳ caractéristiques de la canalisation de gaz :

Paramètre	Valeur retenue
Diamètre de la canalisation	DN 125

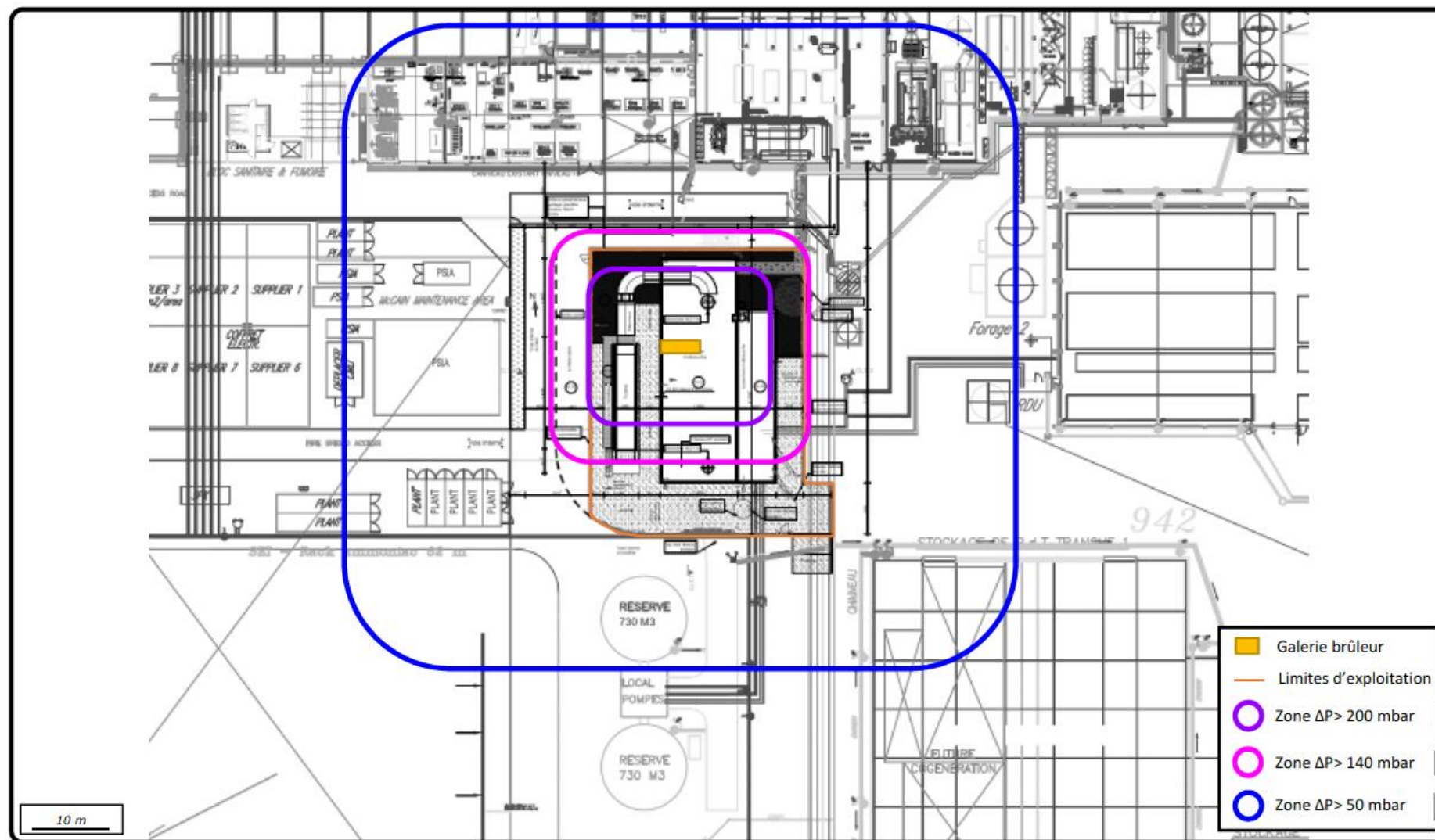
Afin de modéliser l'explosion du local de post-combustion suite à une fuite de gaz, une hypothèse majorante et réaliste sera retenue. La masse explosible considérée représentera le volume maximum de gaz susceptible de se trouver dans le local, à la LSE, soit 15%.

Ainsi, la quantité sera égale à :

$$V_{\text{explosible}} = \frac{15}{100} \times 84,5 = 12,7 \text{ m}^3$$

$$M_{\text{explosible}} = V_{\text{explosible}} \times \rho = 12,7 \times 0,69024 = 8,75 \text{ kg}$$

2.2.2 RESULTATS





Les distances d'effets sont reprises dans le tableau ci-dessous :

<b>200 mbar (Effets domino)</b>	<b>140 mbar</b>	<b>50 mbar</b>
9,3 m	14,2 m	40,7 m

### 2.2.3 COMMENTAIRES

D'après la cartographie des zones d'effets, les effets de surpression correspondant aux effets domino sont confinés dans les limites d'exploitation du site.

Les zones d'effets correspondant aux 50 mbar et aux 140 mbar sortent des limites d'exploitation.

Seules les installations de la société Mc Cain sont comprises dans les seuils d'effets issus de la modélisation. Elles sont reprises dans le tableau ci-dessous :

	<b>SEI</b>	<b>SEL</b>	<b>SELS</b>
<b>Nord</b>	Extension du bâtiment de production abritant : <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ les installations de stockage d'ammoniac situées à proximité des groupes frigorifiques ;</li> <li>↳ un local technique regroupant différentes armoires électriques.</li> </ul> Les voiries de circulation.	/	/
<b>Est</b>	Canalisations de biogaz, d'effluents et d'eau froide Bâtiment de stockage des pommes de terre. Les voiries de circulation.	/	/
<b>Sud</b>	Cuves de stockage des réserves en eau pour le sprinklage et local surpresseur associé.	Cuves de stockage des réserves en eau pour le sprinklage et local surpresseur associé.	/
<b>Ouest</b>	/	/	/

**ANNEXE 16**

**ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES**

## 1 PRESENTATION DE LA DEMARCHE

L'APR est une méthode couramment utilisée dans le domaine de l'analyse des risques. Il s'agit d'une méthode inductive, systématique et assez simple à mettre en œuvre. Concrètement, l'application de cette méthode réside dans le renseignement d'un tableau en groupe de travail pluridisciplinaire.

Le tableau utilisé est présenté ci-après :

Installation :								Date :
N°	Produit / Equipement	Evènement redouté central	Evènement initiateur	Phénomène dangereux	Intensité – Cible potentielle	G	Barrières de sécurité indépendantes	Observations

La première ligne permet de situer la partie de l'installation étudiée. Les modes de fonctionnement normal, transitoire et dégradé sont étudiés dans l'analyse des risques. Seuls ceux retenus apparaissent dans l'étude.

La **colonne n°1** désigne les numéros des scénarios étudiés.

La **colonne n°2** désigne le produit ou l'équipement étudié en rapport avec la partie de l'installation désignée à la première ligne.

La **colonne n°3** désigne l'Evènement Redouté Central (situation de danger). Par exemple, la mise en suspension de poussières, la fuite de gaz ou l'inflammation de matières combustibles.

La **colonne n°4** désigne l'Evènement Initiateur (cause de la situation de danger). Un Evènement Redouté Central peut avoir plusieurs Evènements Initiateurs, aussi bien internes (défaillance mécanique, erreur humaine, points chauds, ...) qu'externes (effets dominos, ..).

La **colonne n°5** désigne les Phénomènes Dangereux susceptibles de découler de l'Evènement Redouté Central (ex : explosion, incendie, pollution des eaux superficielles, etc.)

La **colonne n°6** recense les Cibles potentielles (homme, structures, ...) pouvant être atteintes par le Phénomène Dangereux considéré et l'Intensité du phénomène : sur site et/ou hors du site. Cette information permet la cotation de la Gravité (G). Si, au cours de l'analyse des risques, le groupe de travail a des difficultés pour estimer les effets du Phénomène Dangereux, notamment pour déterminer si ces effets sont susceptibles de sortir des limites d'exploitation, une modélisation peut être réalisée dès ce stade afin de lever cette incertitude.

La **colonne n°7** présente la cotation en Gravité (G) des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, qui résultent de l'intensité des effets du Phénomène Dangereux et de la vulnérabilité des personnes potentiellement exposées. A noter que la cotation en gravité des phénomènes dangereux est réalisée sans tenir compte des Mesures de Maîtrise des Risques assujetties actives.

La **colonne n°8** présente pour les scénarios, les principales barrières de sécurité indépendantes. La distinction entre les barrières de protection et de prévention est réalisée sous la forme de 2 sous-colonnes.

La **colonne n°9** comprend les éventuelles observations ou remarques relatives au scénario considéré. Sont à consigner dans cette colonne, l'argumentaire relatif à la définition du phénomène dangereux, à la prise en compte ou non de certaines cibles, ou à la cotation en gravité.

Seuls les évènements plausibles, compte tenu des conditions de mises en œuvre des produits ou des installations, ont été retenus. Les enchainements d'évènement considérés comme physiquement impossible ne sont pas repris dans les tableaux.

Seuls les scénarios susceptibles d'avoir des effets à l'extérieur de l'établissement sont considérés comme accidents majeurs potentiels et sont retenus dans la suite de l'Etude des Dangers.

## 2 **GRILLES DE COTATION**

Pour coter la gravité des scénarios étudiés, des critères simples ont permis d'estimer si les effets du phénomène dangereux pouvaient potentiellement atteindre des enjeux situés à l'extérieur de la limite d'exploitation :

- ↳ la nature et la quantité de produit concerné,
- ↳ les caractéristiques des équipements mis en jeu,
- ↳ la localisation de l'installation par rapport à la limite d'exploitation.

Toutefois, au cours de l'APR, il a été nécessaire pour le groupe de travail d'estimer si les effets de certains phénomènes dangereux sont susceptibles de sortir de la limite d'exploitation ou non. Pour ces cas, une modélisation a été réalisée dès ce stade afin de lever l'incertitude et pouvoir effectuer la cotation en gravité.

NOTA : l'absence d'effet en dehors du site est indiquée par un « / ».

Les grilles de cotation ont été établies sur la base des arrêtés ministériels du 29 septembre 2005.

**Tableau 1 : Grille de cotation en gravité**  
(Basée sur les conséquences humaines à l'extérieur du site considéré)

Niveau de gravité des conséquences		Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	Zone délimitée par le seuil des effets létaux	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine
D	Désastreux	Plus de 10 personnes exposées <sup>1</sup>	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
C	Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
I	Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
S	Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
M	Modéré	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

<sup>1</sup> Personne exposée : en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent.

En ce qui concerne la cinétique, l'article 8 de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 indique que « la cinétique de déroulement d'un accident est qualifiée de lente, dans son contexte, si elle permet la mise en œuvre de mesures de sécurité suffisantes, dans le cadre d'un plan d'urgence externe, pour protéger les personnes exposées à l'extérieur des installations objet du plan d'urgence avant qu'elles ne soient atteintes par les effets du phénomène dangereux ».

En l'absence de plan d'urgence externe sur le site, la cinétique est considérée comme rapide pour l'ensemble des scénarios étudiés.

#### ↳ Définition des accidents majeurs

D'après l'arrêté du 26 mai 2014, un accident majeur est « un 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 au L.511-1(\*) du Code de l'environnement, des conséquences graves, immédiates ou différées, et faisant intervenir une ou plusieurs substances ou des mélanges dangereux ».

(\*) : les intérêts visés définis par cet article sont les suivants : la commodité du voisinage, ou la santé, la sécurité, la salubrité publiques, ou l'agriculture, ou la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, ou l'utilisation rationnelle de l'énergie, ou la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique.

### **3 SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX MODÉLISÉS**

Le tableau ci-après présente les Phénomènes Dangereux modélisés par installation du site.

<b>Installations</b>	<b>Phénomènes dangereux modélisés</b>
Caisson abritant la turbine à gaz	Effets de surpression (Scénarios 1, 2, 6, 7, 8)
Chaudière alimentée au gaz naturel	Effets de surpression (Scénarios 11, 12, 13, 14)
Canalisation de gaz naturel dans la galerie	Effets de surpression (Scénarios 16, 17, 18)

### **4 COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL**

La démarche d'analyse de risque s'est effectuée en deux temps.

Le découpage fonctionnel a tout d'abord été proposé par un ingénieur de KALIES puis validé par Michel COENE (Directeur technique Dalkia) de la société Dalkia.

L'analyse des risques a été faite par le groupe de travail suivant :

- ↳ M. COENE (Directeur technique Dalkia) ;
- ↳ M. LABORDE (Chargé d'affaire ICPE Kalies).

Installation : Mode 1 « Cogénération » - En fonctionnement									Date : 03/02/2017
N°	Produit / Equipement	Evènement redouté central	Evènement initiateur	Phénomène dangereux	Intensité – Cible potentielle	G	Barrières de sécurité indépendantes		Observations
							Prévention	Protection	
1	Caisson abritant la turbine à gaz  TAG en fonctionnement	Fuite de gaz	Corrosion	<b>Confinement d'un nuage de gaz dont les concentrations sont comprises entre la LIE et la LSE</b>	<u>Sur site :</u> Personnel <u>Hors site :</u> /	/	Détection gaz	Inertage au CO <sub>2</sub>  Caisson turbine	Le renouvellement d'air durant le fonctionnement de la TAG rend impossible l'atteinte de la LIE  Cependant, dans une approche conservatrice, le scénario a été modélisé.
2			Perte d'étanchéité de la canalisation (vanne, joint, bride)				Contrôle commande de la turbine		
3		Fuite d'huile	Perte d'étanchéité d'un joint				<b>Epanchage et incendie en présence d'un point chaud</b>		
							Contrôle de la pression gaz	Quantités limités	
							Ventilation de la turbine		

Installation : Mode 1 « Cogénération » - A l'arrêt									Date : 03/02/2017	
N°	Produit / Equipement	Evénement redouté central	Evènement initiateur	Phénomène dangereux	Intensité – Cible potentielle	G	Barrières de sécurité indépendantes		Observations	
							Prévention	Protection		
4	Caisson abritant la turbine à gaz  TAG à l'arrêt (Période été)	Fuite de gaz	Corrosion	<b>Confinement d'un nuage de gaz dont les concentrations sont comprises entre la LIE et la LSE</b>	<u>Sur site :</u> Personnel <u>Hors site :</u> /	/	Détection gaz	Inertage au CO <sub>2</sub>  Caisson turbine	L'arrivée du gaz est isolée dans le local coupure gaz. Les canalisations sont décomprimées.  Cependant, dans une approche conservatrice, le scénario a été modélisé.	
5			Perte d'étanchéité de la canalisation (vanne, joint, bride)				Contrôle commande de la turbine			Doubles électrovannes fermées
6		Inflammation d'un nuage de gaz dont les concentrations sont comprises entre la LIE et la LSE	Point chaud électrique	<b>Explosion</b>	<u>Sur site :</u> Personnel Installations <u>Hors site :</u> Personnel Installations	/	Permis de feu / Plan de prévention	Parois du caisson		
7			Points chauds (travaux, brûleur, maintenance...)				Formation du personnel (sécurité / process)			
8			Imprudence du personnel							
9		Fuite d'huile	Perte d'étanchéité d'un joint	<b>Epanchage et incendie en présence d'un point chaud</b>	<u>Sur site :</u> Personnel <u>Hors site :</u> /	/	Détection incendie	Inertage CO <sub>2</sub> et arrêt de la ventilation		La quantité d'huile susceptible d'être présente ne peut être à l'origine d'un incendie dont le rayonnement thermique atteindrait les limites de l'installation
							Contrôle de pression d'huile	Caisson formant une rétention et évitant les projections		

Installation : Mode 2 « Air frais »									Date : 03/02/2017
N°	Produit / Equipement	Evènement redouté central	Evènement initiateur	Phénomène dangereux	Intensité – Cible potentielle	G	Barrières de sécurité indépendantes		Observations
							Prévention	Protection	
10	Brûleur alimentée au gaz naturel	Accumulation de gaz naturel dans le foyer	Défaut du système de contrôle de la flamme	<b>Formation d'un nuage explosible dans le foyer</b>	Sur site : Personnel Hors site : /	/	Détection gaz		Scénario modélisé
11		Inflammation de l'accumulation de gaz naturel dans le foyer	Point chaud électrique	<b>Explosion dans le foyer</b>	Sur site : Personnel Installations Hors site : Personnel Installations	/	Installation avec multiplication des chaînes de sécurité	Parois du caisson	
12			Points chauds (travaux, brûleur, maintenance...)					Confinement dans le foyer	
13			Imprudence du personnel					Cheminée forme un clapet d'explosion	
14								Contrôle périodique par personnel d'exploitation	
15	Canalisation de gaz naturel dans la galerie	Fuite de gaz naturel	Perte d'étanchéité d'un joint	<b>Formation d'un nuage explosible dans la galerie</b>	Sur site : Personnel Hors site : /	/	Doubles électrovannes contrôlées par contrôle commande		Scénario modélisé
16		Inflammation du nuage de gaz naturel dans la galerie	Point chaud électrique	<b>Explosion dans la galerie</b>	Sur site : Personnel Installations Hors site : Personnel Installations	/	Contrôle pression		
17			Points chauds (travaux, brûleur, maintenance...)					Préventilation avant allumage et à la mise à l'arrêt	
18			Imprudence du personnel					Pressostat de pression d'air	
19			Allumage par système d'ignition du brûleur					Dispositif de contrôle de flamme autocontrôlé	



**ANNEXE 17**

**ANALYSE DU RISQUE Foudre ET ETUDE  
TECHNIQUE**

## ANALYSE DU RISQUE Foudre SELON NF EN 62305-2

**DALKIA  
HARNES (62)**

**ANALYSE DU RISQUE Foudre  
SELON NF EN 62305-2**

**DALKIA  
HARNES (62)**

**Référence document**



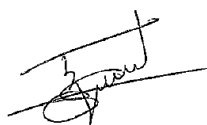
**RGC 22887**

**RESUME :**

Ce document représente l'Analyse du Risque Foudre d'un projet de Cogénération de la société **DALKIA**, située sur la commune de **HARNES** dans le département de **Pas-de-Calais** (62).

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

Cette première étape est un des préalables pour rendre l'installation ICPE en conformité vis-à-vis de l'arrêté du 19 juillet 2011 et de sa circulaire d'application du 24 avril 2008.

Rédacteur	Vérification	Approbation	Révision
Nom : <b>Martin GOIFFON</b> Date : 24/01/2017 Visa 	Nom : <b>Loïc JACQUEMOT</b> Date : 24/01/2017 	Nom : <b>Françoise BOUSQUET</b> Date : 24/01/2017 Visa 	<b>A</b>

**Diffusion : KALIES**

A l'attention de Mr LABORDE  
 16, rue Louis Neel  
 59260 LEZENNES  
 Tel : +333.20.19.17.17  
 Mail : [laborde@kalies.com](mailto:laborde@kalies.com)

1 ex. PDF

**RG CONSULTANT  
Arc Atlantique**

8 rue Jean Jaurès  
 35000 Rennes  
 Tél : +332 30 02 79 98

Email : [info@rg-consultant.com](mailto:info@rg-consultant.com)

Archive papier  
 et informatique

**TABLE DES MODIFICATIONS**

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 22887	24/01/2017	Analyse du Risque Foudre

**LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR DALKIA**

INTITULE	N°/ Fournis
Plan de masse	Oui
Plan de coupe	Oui
Synoptique électrique HT	Oui
Plan de zonage ATEX	Non
DDAE	Non

L'ARF ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par **DALKIA**. Il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

**SOMMAIRE**

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
1.1 OBJET .....	5
<b>2. PRESENTATION GENERALE DU SITE .....</b>	<b>6</b>
2.1 GENERALITES .....	6
2.2 CARACTERISTIQUES DU RESEAU DE PUISSANCE .....	7
2.3 CARACTERISTIQUES DU RESEAU DE TELECOMMUNICATION .....	7
2.4 PROTECTION INCENDIE .....	7
2.5 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS .....	7
2.6 CANALISATIONS .....	7
2.7 CHEMINEMENT DES RESEAUX .....	7
<b>3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES .....</b>	<b>8</b>
3.1 TEXTES REGLEMENTAIRES .....	8
3.2 NORMES DE REFERENCES .....	8
<b>4. MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>8</b>
4.1 PRESENTATION GENERALE .....	8
4.2 LIMITE DE L’A.R.F .....	9
4.3 PRINCIPE DE L’ANALYSE PROBABILISTE : CALCUL DE R1 .....	10
<b>5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTES .....</b>	<b>12</b>
5.1 SITUATIONS REGLEMENTAIRES .....	12
5.2 POTENTIELS DE DANGER .....	12
5.3 ZONES A RISQUES D’EXPLOSION .....	12
5.4 ÉVENEMENTS INITIATEURS .....	13
5.5 ÉQUIPEMENTS POUR LA SECURITE .....	14
5.6 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE DANS L’ANALYSE DE RISQUE Foudre .....	14
<b>6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre .....</b>	<b>15</b>
6.1 DONNEES GENERALES .....	15
6.2 UNITE DE COGENERATION .....	16
6.2.1 <i>Structure</i> .....	16
6.2.2 <i>Données et caractéristiques de la structure</i> .....	17
6.2.3 <i>Données et caractéristiques des services</i> .....	18
6.2.4 <i>Données et caractéristiques de la zone</i> .....	19
6.2.5 <i>Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)</i> .....	21
<b>7. SYNTHÈSE .....</b>	<b>25</b>

## **ANNEXES**

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

**Annexe 2** : Liste des paramètres

**Annexe 3** : Lexique

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Objet

Dans le cadre de la création d'une unité de cogénération de la société **DALKIA** projetée au sein d'une usine sur la commune d'**HARNES**, une Analyse de Risque Foudre est réalisée.

Le site sera soumis à Autorisation au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, et sera donc concerné par l'arrêté du 19 juillet 2011 et sa circulaire d'application.

Une Analyse de Risque Foudre est réalisée conformément aux articles 1 et 2 de ce dernier. Le but de cette analyse est d'identifier si une protection externe ou interne contre la foudre est nécessaire ou pas. Si une protection s'impose, il s'agit de ramener le risque calculé en-dessous d'un niveau maximum tolérable par la mise en œuvre de mesures de protection et de prévention.

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

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

## 2. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SITE

### 2.1 Généralités



Plan n°1 : Vue 3D du projet

La future unité de cogénération de la société **DALKIA** sera implantée au sein du complexe industriel **MC CAIN** sur la commune d'**HARNES** (62) et comprendra une chaudière gaz destinée au réseau de chaleur (vapeur d'eau) de l'usine **MC CAIN** ainsi qu'une turbine de 8,5 MW de production d'électricité réinjectée sur le réseau HT du site.

Elle se compose ainsi de :

- Un bâtiment principal abritant les locaux techniques, les postes HT/BT, la chaudière gaz, le local de compression et l'arrivée gaz,
- Un bâtiment abritant la turbine.



## 2.2 Caractéristiques du réseau de puissance

Le site sera raccordé en haute tension via un poste livraison présent dans l'usine MC CAIN pour alimenter un poste HTA par une ligne souterraine.

De ce poste HTA sera alimenté un transformateur HT/BT 160kVA destiné à l'alimentation des auxiliaires sous un régime de neutre TNC/S.

## 2.3 Caractéristiques du réseau de télécommunication

Le site est raccordé au réseau ORANGE via une ligne aérienne sur rack de nature inconnue.

Les lignes de sécurité suivantes sont prévues :

- Ligne report d'alarme SDI vers télésurveillance usine MC CAIN,

## 2.4 Protection incendie

Les mesures de prévention et de protection suivantes sont prévues:

- Extincteurs
- Centrales de détection gaz chaudière et turbine,
- Centrales de détection incendie chaudière et turbine,
- Inertage CO2 sur turbine,
- Vanne d'asservissement automatique sur arrivée gaz par coupure d'artère.

## 2.5 Mise à la terre des installations

Sans information à ce stade du projet

## 2.6 Canalisations

Les canalisations suivantes ont pu être identifiées :

- 1 canalisation Gaz depuis le poste de livraison en bordure de site sous protection cathodique,
- 2 canalisations de vapeur d'eau pour usine MC CAIN.

## 2.7 Cheminement des réseaux

Zone	Lignes connectées			
	Longueur (m)	Nom	Relié à	Type
Unité de cogénération	10	Alimentation HT	Poste de livraison HT Usine MC CAIN	Souterrain
	10	Réseau de télécommunication	Répartiteur télécom Usine MC CAIN	Aérien

### 3. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES

#### 3.1 Textes réglementaires

**Arrêté du 4 octobre 2010** modifié par l'**arrêté du 19 juillet 2011** relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.

**Circulaire du 24 avril 2008** relative à l'application de l'arrêté du 19 juillet 2011.

#### 3.2 Normes de références

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

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

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

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

### 4. MÉTHODOLOGIE

#### 4.1 Présentation générale

Le déroulement de l'Analyse du Risque Foudre doit être conforme à la méthodologie développée dans l'Arrêté Ministériel du 19 juillet 2011 et sa circulaire d'application et comme décrit dans la norme NF EN 62 305-2.

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

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

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

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

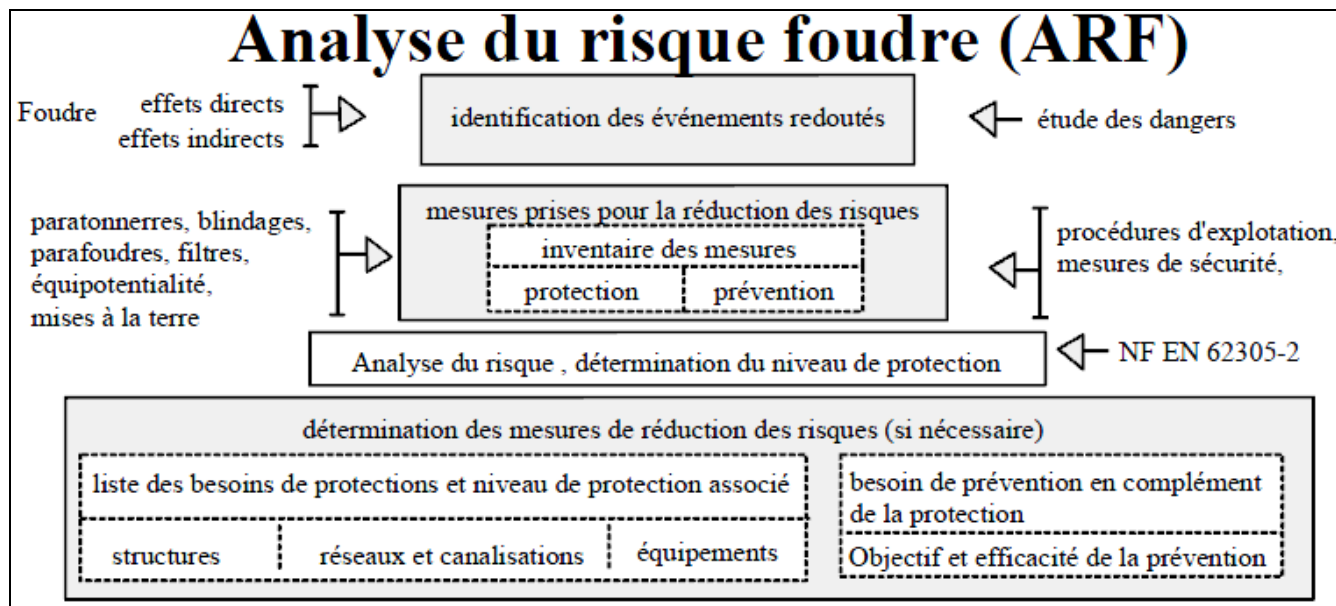
L'Analyse du Risque Foudre identifie :

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

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

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

L'Analyse du risque foudre objet de ce document se conformera au plan suivant :



#### 4.2 Limite de l'A.R.F

Dans le cadre réglementaire de l'arrêté, seul le risque R1 (perte de vie humaine) au sens de la norme NF EN 62305-2 est étudié.

En effet :

- Le risque R2 est lié à la perte inacceptable de service public ; **Dans le cadre d'une délégation de service public, ce risque est à prendre en compte ;**
- Le risque R3 est lié à la perte d'éléments irremplaçables du patrimoine culturel ; il est habituellement évalué dans le cas de musées, d'églises ou de monuments historiques ; son intérêt n'est pas à retenir ici,
- Le risque R4 est lié à la perte économique ; il n'est pas pris en compte dans le cadre de cette analyse.

### 4.3 Principe de l'analyse probabiliste : Calcul de R1

- Détail du calcul

Le risque total calculé R1 est la somme des composantes des risques partiels : R<sub>A</sub>, R<sub>B</sub>, R<sub>C</sub>, R<sub>M</sub>, R<sub>U</sub>, R<sub>V</sub>, R<sub>W</sub>, R<sub>Z</sub> appropriés, voir explication ci-dessous.

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

↓
↓
↓
↓

Impact sur la structure                      Impact sur le service                      Impact à proximité du service                      Impact à proximité de la structure

(\*) : 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

Chaque composante de risque R<sub>A</sub>, R<sub>B</sub>, R<sub>C</sub>, R<sub>M</sub>, R<sub>U</sub>, R<sub>V</sub>, R<sub>W</sub> et R<sub>Z</sub>, peut être exprimée par l'équation générale suivante :

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

Où

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

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

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

Les huit composantes sont définies comme suit :

Source de dommage	Nature du risque	
<b>Impact sur la structure (S1)</b>	R <sub>A</sub>	Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas
	R <sub>B</sub>	Dommages physiques (incendie ou explosion)
	R <sub>C</sub>	Défaillances des réseaux internes
<b>Impact à proximité de la structure (S2)</b>	R <sub>M</sub>	Défaillances des réseaux internes
<b>Impact sur un service connecté à la structure (S3)</b>	R <sub>U</sub>	Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur
	R <sub>V</sub>	Dommages physiques (incendie ou explosion)
	R <sub>W</sub>	Défaillances des réseaux internes
<b>Impact à proximité d'un service connecté à la structure (S4)</b>	R <sub>Z</sub>	Défaillances des réseaux internes

- Acceptabilité du risque

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 réduire  $R_c$  afin qu'il soit  $\leq$  à  $R_T$ .

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.

- Mesures de réduction des risques

Les mesures de protection pour réduire les risques sont les suivantes :

Type de dommages	Mesures
<b>Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et aux tensions de pas (D1)</b>	- Isolation appropriée des éléments conducteurs exposés - Equipotentialité par un réseau de terre maillé - Restrictions physiques et panneaux d'avertissement
<b>Dommages physiques (D2)</b>	- <b>Système de protection contre la foudre (SPF : IEPF-IIPF)</b>
<b>Défaillances des réseaux internes (D3)</b>	- Ecrantage du câblage - Ecran magnétique - Cheminement des réseaux - <b>Parafoudres associés ou coordonnés</b> - Equipotentialité et mise à la terre

## 5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTÉS

### 5.1 Situations réglementaires

Les activités classées au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement sont fixées par un arrêté préfectoral et visées par l'arrêté du 19 juillet 2011.

N° nomenclature	Libellé de la rubrique	Quantité	Classement
2910	Installations de combustion	>20 MW	Autorisation

Les effets de la foudre présentent des risques de toute nature dont les conséquences sont plus ou moins graves. L'étude de ces risques permet de déterminer les actions à entreprendre pour les minimiser.

Elle conduit à déterminer les niveaux de protection à mettre en place, afin de les rendre acceptables d'une part, pour la qualité de l'environnement, la sécurité des personnes, la sûreté des installations dans un cadre réglementaire et d'autre part, pour la continuité de l'exploitation dans un cadre volontaire.

### 5.2 Potentiels de danger

Nous estimons qu'en raison de la nature du site, les évènements majorants redoutés sont les suivants :

- Une explosion sur les zones ATEX,

### 5.3 Zones à risques d'explosion

Les zones explosives répertoriées sont :

Zonage	Parties de l'installation – équipements
<u>Zone non définie</u>	Chaudière

**Tableau n° 1** : Zonage ATEX sur site

Des mesures de prévention sont présentes afin de réduire le risque d'explosion sur site :

- Détecteurs gaz sur chaudières avec asservissement vannes d'alimentation,
- Détection incendie, gaz et inertage CO2.

#### 5.4 Événements initiateurs

La foudre est un phénomène violent et fortement énergétique à son point d'impact.

Elle peut soit :

- **Faire exploser ou enflammer** des produits inflammables,
- **Perforer ou échauffer** des matériaux conducteurs,
- **Faire exploser** (par vaporisation de l'eau contenue) des matériaux diélectriques.

Inflammation ou explosion d'un nuage gaz
<p>Ce cas peut arriver par impact direct dans un volume de vapeur ou de gaz. La température de l'arc (30 000°) est très nettement supérieure aux températures d'inflammation et d'explosion. Il est aggravant dans toutes les zones explosibles externes.</p>
Réalisation de points chauds à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques
<p>Ce cas peut arriver à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques. A cet endroit (sur quelques cm<sup>2</sup>) la température est telle qu'elle entraîne une fusion du métal en présence. La durée d'activation est courte, quelques secondes. Il est aggravant si le point chaud fait tomber des particules en fusion vers des zones explosibles ou inflammables. Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm, et à proximité des zones explosibles ou inflammables.</p>
Étincelage résultant de différences de potentiel d'éléments de structure entre eux
<p>Ce cas peut intervenir si les structures d'écoulement du courant de foudre capté et les structures métalliques proches qui sont au potentiel de la terre, sont à une distance inférieure à la distance de sécurité. Il est aggravant s'il intervient dans toute zone explosible ou inflammable, ou s'il détruit un équipement de sécurité. Il est aggravant pour les joints isolants de canalisations.</p>
Percement de conteneur ou de canalisation
<p>Ce cas peut intervenir sur impact direct d'une canalisation métallique ou d'une cuve dont l'épaisseur n'est pas suffisante pour résister à la fusion. Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm.</p>
Incendie ou destruction des structures d'un bâtiment
<p>Ce cas peut se produire par explosion à l'impact des matériaux non conducteurs utilisés dans la structure ou par incendie des matériaux constitutifs sur courant de suite. Il est aggravant dans le cas de structures entièrement construites avec des pierres, du bois avec un risque pour le personnel interne.</p>
Coup direct sur des éléments externes aux structures de bâtiment
<p>Ce cas concerne les lampadaires, les sirènes, les cheminées, les événements, les capteurs disposés en hauteur... Il est aggravant si ces équipements contribuent à la sécurité du site, si la collecte du courant de foudre vient à détruire un équipement IPS ou conduire à un étincelage en zone explosible ou inflammable.</p>
Surtensions électriques par effets directs ou indirects
<p>Ce cas peut intervenir en cas de circuits électriques exposés comme les lignes aériennes ou ceux présentant des boucles importantes de capture du champ électromagnétique rayonné par la foudre. Il peut intervenir également en cas de différences de potentiel de terre sur un impact de foudre proche. Il est aggravant pour les équipements qui contribuent à la sécurité du site. Il l'est surtout dans le cas de claquages ou courts-circuits qui interviendraient dans une zone explosible.</p>
Effets sur les personnes
<p>Ce cas peut intervenir en cas de coup direct ou de tension de pas ou de toucher, d'une personne exposée au voisinage d'une structure impactée. Ce cas n'est pas lié aux effets sur l'environnement mais à ceux liés à un impact direct à proximité. Il est dans tous les cas aggravant.</p>

**Tableau n° 2** : Interaction foudre/équipements

### 5.5 Équipements Pour la Sécurité

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

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Centrales de détection incendie (cogénération + turbine)	Oui
Centrales de détection Gaz (cogénération + turbine)	Oui
Inertage CO2	Oui
Protection cathodique	Oui

***Tableau n° 3** : Liste des équipements de sécurité*

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

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).

Bâtiments / Installations	Traitement statistiques selon la norme NF EN 62305-2	Traitement déterministe <sup>1</sup>
Unité de cogénération	X	

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

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

Par conséquent, quelque soit la probabilité d'impact, une structure ou un équipement défini comme Important Pour la Sécurité, sera protégé si l'impact peut engendrer une conséquence sur l'environnement ou sur la sécurité des personnes.

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



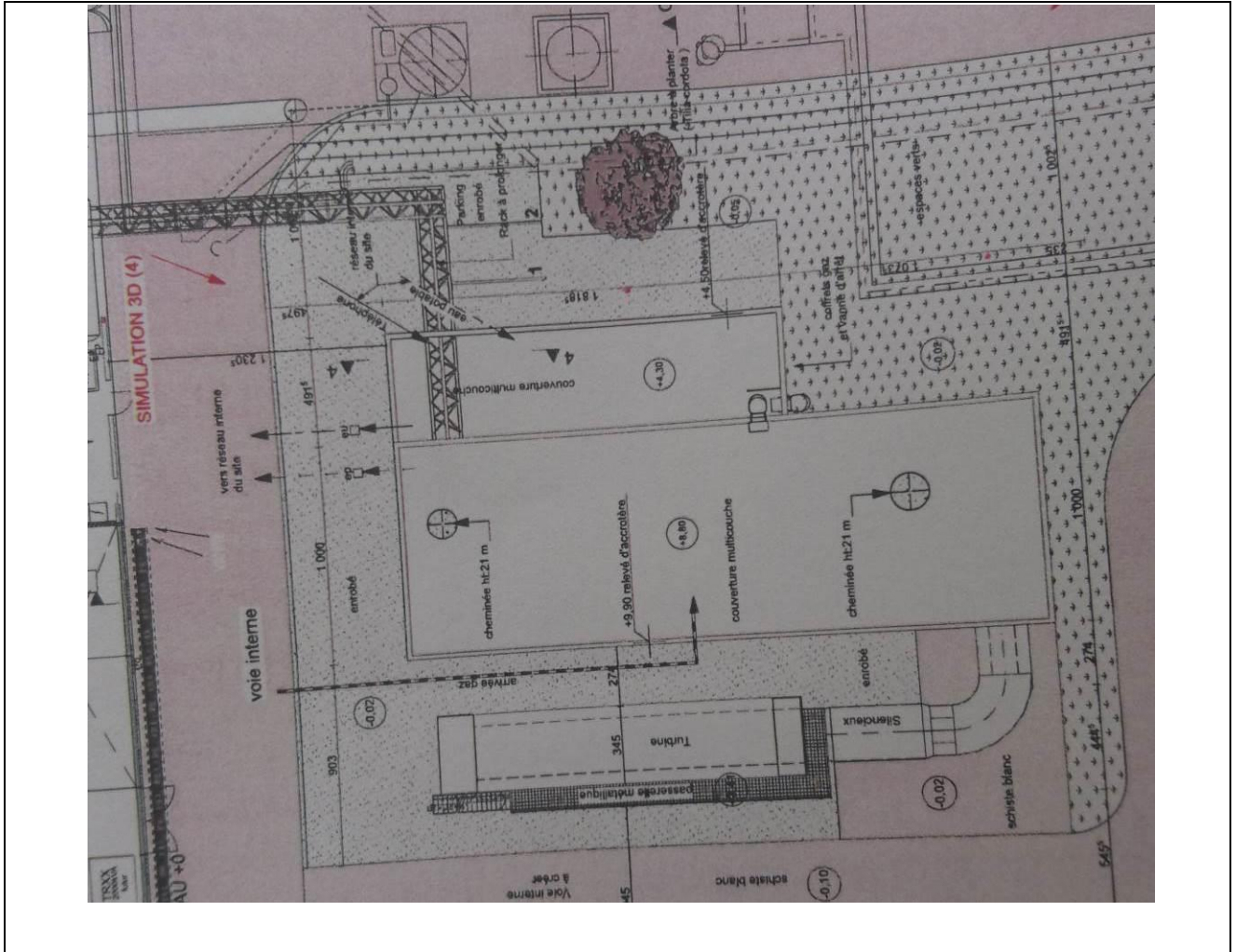
## 6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre

### 6.1 Données générales

DENOMINATION	VALEURS RETENUES
Densité moyenne de points de contact sur la commune de <b>HARNES</b> (62)	$D_a = 1,00$ (coups de foudre / km <sup>2</sup> / an)
Résistivité du sol	500 $\Omega$ m* (valeur par défaut)

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

**6.2 Unité de cogénération**



**Plan n°2** : Bâtiment en projet

**6.2.1 Structure**

<b>Contenu</b>	Unité de cogénération
<b>Dimension</b>	28,75m x 22,00m x 9,90m (cheminées 21,00m)
<b>Structure</b>	Soubassement béton – Structure béton– Façade béton et bardage double peau – Couverture type bitume et bardage métallique
<b>Dangers</b>	Incendie, Explosion
<b>Réseau de terre</b>	Sans information

6.2.2 Données et caractéristiques de la structure

<i>Paramètres / Facteurs</i>	<i>Symbole</i>	<i>Valeurs retenues</i>	<i>Signification</i>
<b>Aire équivalente</b>	$A_{d/b}$	1,25E-02 km <sup>2</sup>	Surface d'exposition aux impacts
<b>Emplacement de la structure</b>	$C_{d/b}$	0,25	Entouré d'objets plus hauts
<b>Protection existante contre les effets directs</b>	$P_B$	1	Structure non protégée par SPF
<b>Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure</b>	$K_{S1}$	1	Aucun blindage

**Justification des paramètres encodés**

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

Nous indiquons la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

**Paramètre  $P_B$  (probabilité de dommages physiques sur une structure)**

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

Dans un premier temps nous calculons R1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite  $R_T$  des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

**Paramètre  $K_{S1}$  (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)**

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

### 6.2.3 Données et caractéristiques des services

Les caractéristiques retenues pour ces liaisons sont données dans le tableau ci-après.

Numéro de liaison	Valeurs retenues pour les liaisons avec les bâtiments	
	1	2
<b>PARAMETRES</b>	<b>Alimentation HT</b>	<b>Arrivées téléphoniques</b>
Longueur de la section du service $L_c$	10	10
Hauteur de la ligne si aérienne $H$	-	6
Hauteur de la structure adjacente $H_a$	15	-
Dimensions maximales de la structure adjacente $L_a \times W_a$	330,0 x 115,0	-
Facteur d'emplacement de la ligne $C_d$	0,25	0,25
Facteur d'environnement de la ligne $C_e$	0,5	0,5
Tension de tenue aux chocs du réseau $U_w$	6 kV	1,5 kV
Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne $K_{s3}$	0,02	0,001
Protection surtension sur ce service $P_{SPD}$	1	1

#### Justification des paramètres encodés

##### **Paramètre $L_c$ (Longueur de la section du service)**

La valeur indiquée correspond à la distance entre l'armoire et l'installation.

##### **Paramètres $L_a$ , $W_a$ , $H_a$ , $H_{pa}$ (caractéristiques de la structure adjacente)**

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

##### **Paramètre $C_d$ (facteur d'emplacement de ligne)**

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

##### **Paramètre $C_e$ (facteur d'environnement de ligne)**

Le site se situe en zone suburbaine qui correspond à une densité moyenne en périphérie immédiate de la ville. Nous indiquons la valeur = 0,5 – zone suburbaine

**Paramètre  $U_w$  (Tension de tenue au choc des matériels)**

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

**Paramètre  $K_{S3}$  (Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne)**

Pour la ligne de puissance, nous choisissons la valeur  $K_{S3} = 0,02$  car nous considérons que c'est un câble non écranté avec surface de boucle de l'ordre de  $0,5 \text{ m}^2$ .

Pour la ligne courant faible, nous choisissons la valeur  $K_{S3} = 0,001$ , car nous considérons que c'est un câble avec écran de résistance  $R_s$  comprise entre  $5 < R_s < 20$  /km relié à la liaison équipotentielle à ses deux extrémités et matériel connecté à la même liaison.

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

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

6.2.4 Données et caractéristiques de la zone

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

**Paramètre  $r_t$  (facteur de réduction associé au type de sol)**

Le type de surface est en majorité du béton. Nous indiquons la valeur = 0,01.

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

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

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

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

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

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

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

Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence d'installations de combustion de méthane.  
La valeur est = 0,1.

**Paramètre  $LF$  (pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques)**

Le type de structure est industrielle, nous indiquons la valeur  $LF = 0,05$

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

Le niveau de panique est faible vu le nombre de personnes < 100. Valeur  $h_z = 2$

Le risque de pollution et de contamination de l'environnement n'a pas été retenu en raison des activités du bâtiment.

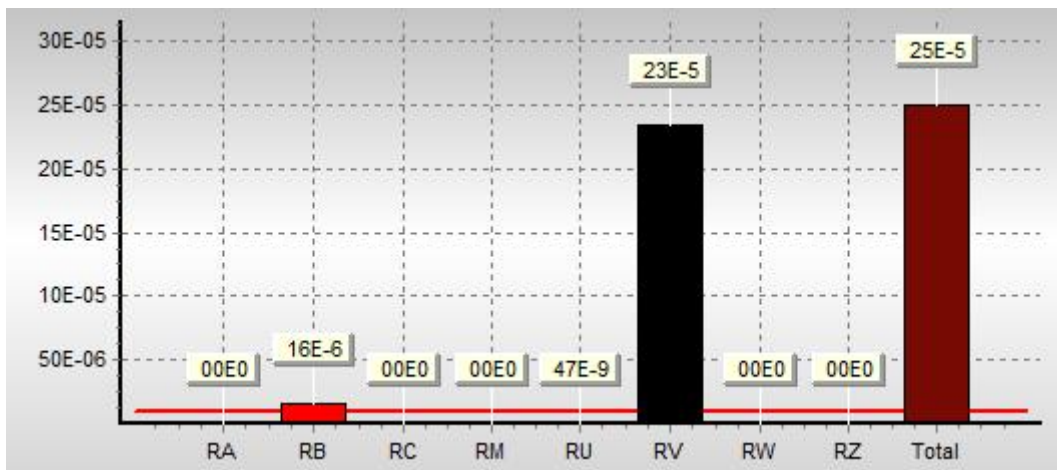
**Paramètre  $Lo$  (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)**

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

6.2.5 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)

**Sans** protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Unité de cogénération	2,51 E <sup>-4</sup>	>	1 x 10 <sup>-5</sup>



Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
0,00E+00					0,00E+00
1,56E-05					1,56E-05
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
4,69E-08					4,69E-08
2,35E-04					2,35E-04
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
2,51E-04					2,51E-04

**L'Unité de cogénération n'a pas un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable** vis-à-vis de la réglementation. Il est donc nécessaire de réduire ce risque à un niveau inférieur au Risque tolérable (Rt).

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

### Choix des mesures de protection

La composante de risque qui influence le plus défavorablement le résultat est :

1<sup>ère</sup> composante :

**RB** (*composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant incendie ou explosion produisant des dangers pour l'environnement*)

Cette composante est associée aux facteurs suivants. La modification de ceux-ci peut influencer favorablement cette composante :

1. Surface équivalente d'exposition (Lb, Wb, Hb, Hpb)  
→ pas de possibilité de modifier les dimensions de la structure
2. Dispositions contre l'incendie (Rp)  
→ ceci est déjà pris en compte dans le calcul
3. Sensibilité au feu (Rf) – risque d'incendie  
→ ceci est déjà pris en compte dans le calcul
4. Présence d'un danger particulier (hz)  
→ ceci est déjà pris en compte dans le calcul
5. Système de protection contre la foudre externe (PB)  
→ SPF possible

Les 4 premiers facteurs étant non modifiables, nous préconisons afin de réduire cette composante RB sous la valeur tolérable :

**Un système de protection contre la foudre SPF de niveau IV comprenant une protection externe sur la structure.**



2<sup>ème</sup> composante :

**RV** (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) → **pour les impacts sur un service connecté à la structure (S3)** doit être examinée.

Cette composante est associée aux facteurs suivants. La modification de ceux-ci peut influencer favorablement cette composante :

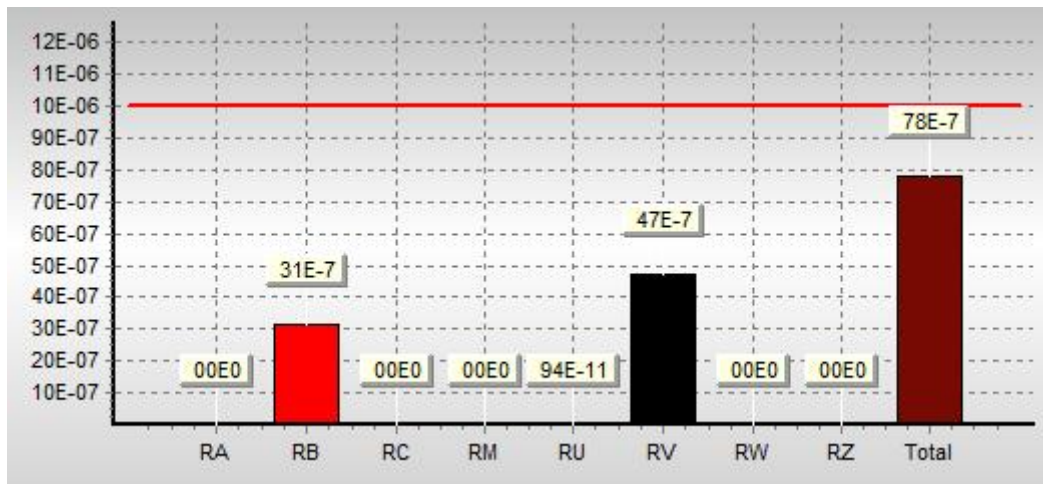
1. Surface équivalente d'exposition (Lb, Wb, Hb, Hpb)  
→ pas de possibilité de modifier les dimensions de la structure
2. Ecran spatial (Ks1)  
→ pas de possibilité de modifier ce facteur
3. Dispositions contre l'incendie (Rp)  
→ ceci est déjà pris en compte dans le calcul
4. Sensibilité au feu (Rf) – risque d'incendie  
→ ceci est déjà pris en compte dans le calcul
5. Présence d'un danger particulier (hz)  
→ ceci est déjà pris en compte dans le calcul
6. Tension de tenue au choc (Uw et Ks4)  
→ valeur de 1,5 kv fixé, donc non modifiable
7. Parafoudres coordonnés (PSPD)  
→ placement de parafoudres possible

Les 6 premiers facteurs étant non modifiables, nous préconisons afin de réduire cette composante Rv sous la valeur tolérable :

**Une protection interne par parafoudres de niveau II en conformité avec les recommandations de la norme NF EN 62305-4 sur les lignes de puissance et de communication.**

Analyse avec protections

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Unité de cogénération	$7,82 \times 10^{-6}$	<	$1 \times 10^{-5}$



Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
0,00E+00					0,00E+00
3,13E-06					3,13E-06
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
9,39E-10					9,39E-10
4,69E-06					4,69E-06
0,00E+00					0,00E+00
0,00E+00					0,00E+00
<b>7,82E-06</b>					<b>7,82E-06</b>

**L'Unité de cogénération** a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation après la mise en place de protections contre la foudre.

## 7. SYNTHÈSE

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

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

Structure	Protection effets directs	Protection effets indirects
Unité de cogénération	Niveau du Paratonnerre : IV (Pb = 0,2)	Ligne1: CFO Parafoudre d'entrée: niveau II Ligne2: CFA Parafoudre d'entrée: niveau II

Les différentes installations de sécurité également à protéger sont répertoriées dans le §5.5.

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

### NOTA :

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

**ANNEXE 1**

**Analyse du Risque Foudre**

**NF EN 62305-2**

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

# RAPPORT TECHNIQUE

## Protection contre la foudre

### Évaluation des risques Sélection des mesures de protection

## UNITE DE COGENERATION – DALKIA - HARNES

### INDEX

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

## 1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

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

## 2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

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

## 3. STRUCTURE A PROTEGER

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

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

## 4. DONNEES D'ENTREES

### 4.1 Densité de foudroiement

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

$$N_g = 1,0 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

#### 4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :  
A (m): 28,75 B (m): 22 H (m): 9,9 Hmax (m): 21

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

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

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

#### 4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:  
- Ligne de puissance: Arrivée HT  
- Ligne Telecom: Arrivée Télécom

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

#### 4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

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

sont définies les zones suivantes :

Z1: Structure

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

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

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

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

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

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

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

## 6. EVALUATION DES RISQUES

### 6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

#### 6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Structure

RB: 1,56E-05

RC: 0,00E+00

RM: 0,00E+00

RU(courants forts): 7,82E-09

RV(courants forts): 3,91E-05

RW(courants forts): 0,00E+00

RZ(courants forts): 0,00E+00

RU(coutants faibles): 3,91E-08

RV(coutants faibles): 1,96E-04

RW(coutants faibles): 0,00E+00

RZ(coutants faibles): 0,00E+00

Total: 2,51E-04

Valeur du risque total R1 pour la structure : 2,51E-04

#### 6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total  $R1 = 2,51E-04$  est plus grand que le risque tolérable  $RT = 1E-05$ , et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.



Z1 - Structure  
RD = 6,2426 %  
RI = 93,7574 %  
Total = 100 %  
RS = 0,0187 %  
RF = 99,9813 %  
RO = 0 %  
Total = 100 %

où:

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

et :

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

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

Z1 - Structure (100 %)

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

les composantes du risque :

RV (coupants faibles) = 78,1156 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

## 7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

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

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

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

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

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

- installer un Paratonnerre de niveau IV ( $P_b = 0,2$ )
- Pour la ligne Ligne1 - Arrivée HT:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: II
- Pour la ligne Ligne2 - Arrivée Télécom:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: II

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

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

Zone Z1: Structure

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 0,2$

$P_c$  (courants forts) =  $1,00E+00$

$P_c$  (courants faibles) =  $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

$P_m$  (courants forts) =  $1,00E-04$

$P_m$  (courants faibles) =  $1,00E-04$

$P_m = 2,00E-04$

$P_u$  (courants forts) =  $2,00E-02$

$P_v$  (courants forts) =  $2,00E-02$

$P_w$  (courants forts) =  $1,00E+00$

$P_z$  (courants forts) =  $1,00E-01$

$P_u$  (courants faibles) =  $2,00E-02$

$P_v$  (courants faibles) =  $2,00E-02$

$P_w$  (courants faibles) =  $1,00E+00$

$P_z$  (courants faibles) =  $1,00E+00$

$r_a = 0,01$

$r_p = 0,5$

$r_f = 0,1$

$h = 2$

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: Structure

RB: 3,13E-06

RC: 0,00E+00

RM: 0,00E+00

RU(courants forts): 1,56E-10

RV(courants forts): 7,82E-07

RW(courants forts): 0,00E+00

RZ(courants forts): 0,00E+00

RU(courants faibles): 7,82E-10

RV(courants faibles): 3,91E-06

RW(courants faibles): 0,00E+00

RZ(courants faibles): 0,00E+00

Total: 7,82E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 7,82E-06

## 8. CONCLUSIONS

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

Risque inférieur au risque tolérable:R1

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

Date 26/01/2017

Cachet et signature

## 9. APPENDICES

### APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 28,75 B (m): 22 H (m): 9,9 Hmax (m): 21

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

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

### APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Arrivée HT

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

Longueur (m)  $L_c = 10$

résistivité (ohm.m)  $\rho = 500$

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

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

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 300 B (m): 115 H (m): 15

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

Caractéristiques des lignes: Arrivée Télécom

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal aérienne

Longueur (m)  $L_c = 10$

Hauteur par rapport au sol (m)  $H_c = 6$

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

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

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 300 B (m): 115 H (m): 15

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

### APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ( $r_u = 0,01$ )

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

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

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

zone de protection: Aucun bouclier

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

Réseaux internecourants forts

Connecté à la ligne Arrivée HT

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m<sup>2</sup> (Ks3 = 0,02)

Tension de tenue: 6,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Réseaux internecoutants faibles

Connecté à la ligne Arrivée Télécom

câblage: câble blindé 5 <R <= 20 ohm / km (Ks3 = 0,001)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure

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

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

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

Risque et composantes du risque pour la zone:Structure

Risque 1: Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =1,25E-02 km<sup>2</sup>

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,22E-01 km<sup>2</sup>

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =3,13E-03

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =2,19E-01

Lignes électriques

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

Arrivée HT

Al = 0,000000 km<sup>2</sup>

Ai = 0,005590 km<sup>2</sup>

Arrivée Télécom

Al = 0,000000 km<sup>2</sup>

Ai = 0,010000 km<sup>2</sup>

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

Arrivée HT

NI = 0,000000

Ni = 0,000559

Arrivée Télécom

NI = 0,000000

Ni = 0,005000

### **APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée**

Zone Z1: Structure

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (courants forts) = 1,00E+00

Pc (courants faibles) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (courants forts) = 1,00E-04

Pm (courants faibles) = 1,00E-04

Pm = 2,00E-04

Pu (courants forts) = 1,00E+00

Pv (courants forts) = 1,00E+00

Pw (courants forts) = 1,00E+00

Pz (courants forts) = 1,00E-01

Pu (courants faibles) = 1,00E+00

Pv (courants faibles) = 1,00E+00

Pw (courants faibles) = 1,00E+00

Pz (courants faibles) = 1,00E+00

**ANNEXE 2**

**Liste des paramètres**

**Données et caractéristiques de la structure**

				param choisi
Longueur de la structure		$L_b$	m	m
Largeur de la structure		$W_b$	m	m
Hauteur de la structure		$H_b$	m	m
Hauteur des protubérances du toit mesurée à partir du sol		$H_{pb}$	m	m
Facteur d'emplacement	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d$	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de même hauteur ou + petits	$C_d$	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	$C_d$	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d$	2	
Probabilité de dommages physiques sur une structure	Structure non protégée par SPF	$P_B$	1	
	Structure protégée par SPF niveau IV	$P_B$	0,2	
	Structure protégée par SPF niveau III	$P_B$	0,1	
	Structure protégée par SPF niveau II	$P_B$	0,05	
	Structure protégée par SPF niveau I	$P_B$	0,02	
	SPF niveau I et armatures en métal continues ou en béton armé agissant comme descentes naturelles	$P_B$	0,01	
	Idem avec toiture métallique	$P_B$	0,001	
Facteur associé à l'efficacité d'écran d'une structure	Pas d'écran spatial	$K_{S1}$	1	
	A une distance de sécurité de l'écran au moins = à la taille de la maille	$K_{S1}$	0,12xw	
	A une distance plus faible, par ex allant de 0,1w à 0,2w	$K_{S1}$	2x0,12xw	
	Ecran métallique continu d'une épaisseur de 0,1 mm à 0,5 mm	$K_{S1}$	0,0001-0,00001	
Densité de foudroiement au sol	Suivant carte de la France	$N_g$		
Nombre total de personnes attendues dans la structure		$n_t$		



**Caractéristiques de la zone**

				param choisi
Facteur de réduction associé au type de plancher (intérieur)	R < 1 kohm: Agricole, béton	r <sub>u</sub>	0,01	
	R < 1-10 kohm: Marbre, céramique	r <sub>u</sub>	0,001	
	R < 10-100 kohm: Gravier, moquette	r <sub>u</sub>	0,0001	
	R > 100 kohm: Asphalte, lino, bois	r <sub>u</sub>	0,00001	
	Autres	r <sub>u</sub>	0	
Probabilité de blessures d'êtres vivants (impacts sur le service connecté)	Pas de mesures de protection	PU	1	
	Plaques d'avertissement	PU	0,1	
	Isolation électrique du conducteur exposé	PU	0,01	
	Sol équipotentiel efficace	PU	0,01	
	Armatures ou entourages utilisés comme conducteurs de descente, ou présence de restrictions physiques	PU	0	
Facteur de réduction associé au type de sol (extérieur)	R < 1 kohm: Agricole, béton	r <sub>a</sub>	0,01	
	R < 1-10 kohm: Marbre, céramique	r <sub>a</sub>	0,001	
	R < 10-100 kohm: Gravier, moquette, tapis	r <sub>a</sub>	0,0001	
	R > 100 kohm: Asphalte, linoleum, bois	r <sub>a</sub>	0,00001	
Probabilité de blessures d'êtres vivants (impacts sur une structure)	Pas de mesures de protection	PA	1	
	Plaques d'avertissement	PA	0,1	
	Isolation électrique du conducteur exposé	PA	0,01	
	Sol équipotentiel efficace	PA	0,01	
	Armatures ou entourages utilisés comme conducteurs de descente, ou présence de restrictions physiques	PA	0	
Facteur associé à l'efficacité d'écran d'une structure	Pas d'écran spatial	K <sub>S2</sub>	1	
	A une distance de sécurité de l'écran au moins = à la taille de la maille	K <sub>S2</sub>	0,12xw	
	A une distance plus faible, par ex allant de 0,1w à 0,2w	K <sub>S3</sub>	2x0,12xw	
	Ecran métallique continu d'une épaisseur de 0,1 mm à 0,5 mm	K <sub>S2</sub>	0,0001-0,00001	
Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie	Pas de disposition	r <sub>p</sub>	1	
	Extincteurs, installations d'extinction fixes ou d'alarme déclenchées manuellement	r <sub>p</sub>	0,5	
	Installations d'extinction fixes ou d'alarme déclenchées automatiquement	r <sub>p</sub>	0,2	
Risque d'incendie	Explosion	r <sub>f</sub>	1	
	Elevé	r <sub>f</sub>	0,1	
	Ordinaire	r <sub>f</sub>	0,01	
	Faible	r <sub>f</sub>	0,001	
	Aucun	r <sub>f</sub>	0	
Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)		n <sub>p</sub>		

**Données et caractéristiques de la ligne de puissance**

				param choisi
Résistivité du sol		$\rho$	500 ohm.m	
Longueur de la section du service		$L_c$	1000 m	m
Hauteur des conducteurs du service au-dessus du sol	Ligne enterrée	$H_c$		
	Ligne non enterrée	$H_c$	6 m	m
Facteur de correction pour la présence d'un transformateur HT/BT sur le service	Service avec transformateur à 2 enroulements	$C_t$	0,2	
	Service uniquement	$C_t$	1	
Facteur d'emplacement	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d$	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d$	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	$C_d$	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d$	2	
Facteur d'environnement de ligne	Urbain avec bâtiments de hauteur > 20 m	$C_e$	0	
	Urbain avec bâtiments de hauteur entre 10m et 20 m	$C_e$	0,1	
	Suburbain avec bâtiments de hauteur < 10 m	$C_e$	0,5	
	Rural	$C_e$	1	
Tension de tenue aux chocs d'un réseau		$U_w$	1,5 - 2,5 - 4 6 kV	
Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne	Câble non écrané - pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3}$	1	
	Câble non écrané - précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	$K_{S3}$	0,2	
	Câble non écrané - précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3}$	0,02	
	Câble écrané avec résistance d'écran $5 < R_s \leq 20$ ohms/km	$K_{S3}$	0,001	
	Câble écrané avec résistance d'écran $1 < R_s \leq 5$ ohms/km	$K_{S3}$	0,0002	
	Câble écrané avec résistance d'écran $R_s < 1$ ohm/km	$K_{S3}$	0,0001	
Facteur associé à la tension de tenue aux		$K_{S4}$	1	

chocs d'un réseau				
Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts sur le service connecté) en fonction de Rs et Uw	5<Rs<=20 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LD</sub>	1	
	1<Rs<=5 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LD</sub>	0,8	
	Rs<1 ohm/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LD</sub>	0,4	
Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts à proximité du service connecté) en fonction de Rs et Uw	5<Rs<=20 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LI</sub>	0,15	
	1<Rs<=5 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LI</sub>	0,04	
	Rs<1 ohm/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LI</sub>	0,02	
	Ecran non relié à la borne d'équipotentialité à laquelle le matériel est connecté si Uw = 1,5 kV	P <sub>LI</sub>	0,5	
Probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres	Pas de parafoudres coordonnés	P <sub>SPD</sub>	1	
	Niveau de protection III-IV	P <sub>SPD</sub>	0,03	
	Niveau de protection II	P <sub>SPD</sub>	0,02	
	Niveau de protection I	P <sub>SPD</sub>	0,01	
	Niveau de protection I +	P <sub>SPD</sub>	0,005-0,001	
Facteur d'emplacement de la structure connectée à l'extrémité "a" du service	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	C <sub>da</sub>	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C <sub>da</sub>	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	C <sub>da</sub>	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C <sub>da</sub>	2	
Longueur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		L <sub>a</sub>	m	
Largeur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		W <sub>a</sub>	m	
Hauteur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		H <sub>a</sub>	m	
Hauteur des protubérances de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		H <sub>pa</sub>	m	

**Données et caractéristiques de la ligne de communication**

				param choisi
Résistivité du sol		$\rho$	500 ohm. m	
Longueur de la section du service		$L_c$	1000 m	m
Hauteur des conducteurs du service au-dessus du sol	Ligne enterrée	$H_c$		
	Ligne non enterrée	$H_c$	6 m	m
Facteur de correction pour la présence d'un transformateur HT/BT sur le service		$C_t$		pas
Facteur d'emplacement	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d$	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d$	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	$C_d$	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d$	2	
Facteur d'environnement de ligne	Urbain avec bâtiments de hauteur > 20 m	$C_e$	0	
	Urbain avec bâtiments de hauteur entre 10m et 20 m	$C_e$	0,1	
	Suburbain avec bâtiments de hauteur < 10 m	$C_e$	0,5	
	Rural	$C_e$	1	
Tension de tenue aux chocs d'un réseau		$U_w$	1,5 - 2,5 - 4 - 6 kV	
Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne	Câble non écranté - pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3}$	1	
	Câble non écranté - précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	$K_{S3}$	0,2	
	Câble non écranté - précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3}$	0,02	
	Câble écranté avec résistance d'écran $5 < R_s \leq 20$ ohms/km	$K_{S3}$	0,001	
	Câble écranté avec résistance d'écran $1 < R_s \leq 5$ ohms/km	$K_{S3}$	0,000 2	
	Câble écranté avec résistance d'écran $R_s < 1$ ohm/km	$K_{S3}$	0,000 1	
Facteur associé à la tension de tenue aux chocs d'un réseau		$K_{S4}$	1	

Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts sur le service connecté) en fonction de Rs et Uw	5<Rs<=20 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LD</sub>	1	
	1<Rs<=5 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LD</sub>	0,8	
	Rs<1 ohm/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LD</sub>	0,4	
Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts à proximité du service connecté) en fonction de Rs et Uw	5<Rs<=20 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LI</sub>	0,15	
	1<Rs<=5 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LI</sub>	0,04	
	Rs<1 ohm/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LI</sub>	0,02	
	Ecran non relié à la borne d'équipotentialité à laquelle le matériel est connecté si Uw = 1,5 kV	P <sub>LI</sub>	0,5	
Probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres	Pas de parafoudres coordonnés	P <sub>SPD</sub>	1	
	Niveau de protection III-IV	P <sub>SPD</sub>	0,03	
	Niveau de protection II	P <sub>SPD</sub>	0,02	
	Niveau de protection I	P <sub>SPD</sub>	0,01	
	Niveau de protection I +	P <sub>SPD</sub>	0,005-0,001	
Facteur d'emplacement de la structure connectée à l'extrémité "a" du service	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	C <sub>da</sub>	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C <sub>da</sub>	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	C <sub>da</sub>	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C <sub>da</sub>	2	
Longueur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		L <sub>a</sub>	m	
Largeur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		W <sub>a</sub>	m	
Hauteur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		H <sub>a</sub>	m	
Hauteur des protubérances de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		H <sub>pa</sub>	m	

**Perte humaine**

				param choisi
Pertes dues aux blessures par tensions de contact et de pas	Tout type - (personnes à l'intérieur des bâtiments)	L <sub>t</sub>	0,0001	
	Tout type - (personnes à l'extérieur des bâtiments)	L <sub>t</sub>	0,01	
Pertes dues aux dommages physiques	Hopitaux, hôtels, bâtiments civils	L <sub>f</sub>	0,1	
	Industrielle, commerciale, scolaire	L <sub>f</sub>	0,05	
	Publique, églises, musées	L <sub>f</sub>	0,02	
	Autres	L <sub>f</sub>	0,01	
Facteur augmentant les pertes en présence d'un danger particulier	Pas de danger particulier	h <sub>z</sub>	1	
	Faible niveau de panique	h <sub>z</sub>	2	
	Niveau de panique moyen	h <sub>z</sub>	5	
	Difficulté d'évacuation	h <sub>z</sub>	5	
	Niveau de panique élevé	h <sub>z</sub>	10	
	Danger pour l'environnement	h <sub>z</sub>	20	
	Contamination de l'environnement	h <sub>z</sub>	50	
Pertes dues aux défaillances des réseaux internes	Structure avec risques d'explosion	L <sub>o</sub>	0,1	
	Hôpitaux	L <sub>o</sub>	0,001	
	Autres	L <sub>o</sub>	0	
Risque tolérable		R <sub>t</sub>	0,00001	0,00001

**ANNEXE 3**

**Lexique**

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



<b>Effet réducteur</b>	Réduction des perturbations HF par la proximité du conducteur victime avec la masse. L'effet réducteur est le rapport de l'amplitude de la perturbation collectée par un câble non blindé ou loin des masses à celle collectée par le même câble blindé ou installé contre un conducteur de masse.
<b>Electrode de terre</b>	Élément ou ensemble d'éléments de la prise de terre assurant un contact électrique direct avec la terre et dissipant le courant de décharge atmosphérique dans cette dernière.
<b>Equipements métalliques</b>	Éléments métalliques répartis dans l'espace à protéger, pouvant écouler une partie du courant de décharge atmosphérique tels que canalisations, escaliers, guides d'ascenseur, conduits de ventilation, de chauffage et d'air conditionné, armatures d'acier interconnectées.
<b>Etincelle dangereuse (étincelage)</b>	Décharge électrique inadmissible, provoquée par le courant de décharge atmosphérique à l'intérieur du volume à protéger.
<b>Foudre</b>	Décharge électrique aérienne, accompagnée d'une vive lumière (éclair) et d'une violente détonation (tonnerre).
<b>Installation de Protection contre la Foudre (I.P.F.)</b>	Installation complète, permettant de protéger une structure contre les effets de la foudre. Elle comprend à la fois une installation extérieure (I.E.P.F.) et une installation intérieure de protection contre la foudre (I.I.P.F.)
<b>Liaison équipotentielle</b>	Éléments d'une installation réduisant les différences de potentiels entre masse et élément conducteur.
<b>Mode commun (MC)</b>	Un courant de mode commun circule dans le même sens sur tous les conducteurs d'un câble. La différence de potentiels (d.d.p.) de MC d'un câble est celle entre le potentiel moyen de ses conducteurs et la masse. Le mode commun est aussi appelé mode longitudinal parallèle ou asymétrique.
<b>Mode différentiel (MD)</b>	Un courant de mode différentiel circule en opposition de phase sur les deux fils d'une liaison filaire, il ne se referme donc pas dans les masse. Une différence de potentiels (d.d.p.) de MD se mesure entre le conducteur signal et son retour. Le mode différentiel est aussi appelé mode normal, symétrique ou série.

**Niveau de protection**

Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.

**Parafoudre ou parasurtenseur**

Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à dériver les ondes de courant entre deux éléments à l'intérieur de l'espace à protéger, tels que les éclateurs ou les dispositifs semi-conducteurs.

**Paratonnerre**

Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.

**P.D.A**

Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.

**Point d'impact**

Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.

**Prise de terre**

Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.

**Régime de neutre**

Il caractérise le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur source et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation. Il est défini par deux lettres:

- La première indique la position du neutre par rapport à la terre:

**I**: neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance

**T**: neutre directement à la terre

- La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre:

**T**: masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre)

**N**: masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (**N-S**), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (**N-C**).

**Réseau de masse**

Ensemble des conducteurs d'un site reliés entre eux. Il se compose habituellement des conducteurs de protection, des bâtis, des chemins de câbles, des canalisations et des structures métalliques.

**Réseau de terre**

Ensemble des conducteurs enterrés servant à écouler dans la terre les courants externes en mode commun. Un réseau de terre doit être unique, équipotentiel et maillé.

**Résistance de terre**

Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms ( $\Omega$ ), elle n'a pas, contrairement au maillage des masses, d'influence sur l'équipotentialité du site.

**Surface équivalente**

Surface de sol plat qui recevrait le même nombre d'impacts que la structure ou le bâtiment en question. Cette surface est toujours plus grande que la seule emprise au sol de l'ensemble à protéger. On la détermine en pratique en entourant fictivement le périmètre de cet ensemble par une bande horizontale, dont la largeur est égale à trois fois sa hauteur. Elle peut ensuite être corrigée en tenant compte des objets environnants : arbres, autres structures, susceptibles de dévier un coup de foudre vers eux.

**Sur tension**

Variation importante de faible durée de la tension.

**Tension de mode commun**

Tension mesurée entre deux fils interconnectés et un potentiel de référence (voir mode commun).

**Tension différentielle**

Tension mesurée entre deux fils actifs (voir mode différentiel).

**Tension résiduelle d'un parafoudre**

Tension qui apparaît sur une sortie d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge.

**TGBT**

Tableau Général Basse Tension

**Traceur**

Predécharge progressant à travers l'air et formant un canal faiblement ionisé.

## ÉTUDE TECHNIQUE Foudre

**DALKIA  
HARNES (62)**

# ÉTUDE TECHNIQUE Foudre

## DALKIA HARNES (62)

**Référence document**

**RGC 22888**



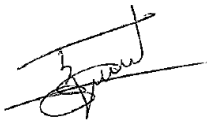
**RESUME :**

Ce document représente l'Etude Technique Foudre d'un projet de Cogénération de la société **DALKIA**, située sur la commune de **HARNES** dans le département de **Pas-de-Calais** (62).

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

L'objectif est de rendre les installations ICPE en conformité vis-à-vis de l'article 2 de l'arrêté du 19 juillet 2011.

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

Rédacteur	Vérification	Approbation	Révision
Nom : <b>Martin GOIFFON</b> Date : 25/01/2017 Visa 	Nom : <b>Loïc JACQUEMOT</b> Date : 26/01/2017 Visa 	Nom : <b>Françoise BOUSQUET</b> Date : 27/01/2017 Visa 	<b>A</b>

**Diffusion :**

**KALIES**

A l'attention de Mr LABORDE  
16, rue Louis Neel  
59260 LEZENNES  
Tel : +333.20.19.17.17  
Mail : [laborde@kalies.com](mailto:laborde@kalies.com)

1 ex. PDF

**RG Consultant  
Arc Atlantique**

8 rue Jean Jaurès  
35000 - RENNES  
Tél : +332 30 02 79 98

Email : [info@rg-consultant.com](mailto:info@rg-consultant.com)

Archive papier  
et informatique

**TABLE DES MODIFICATIONS**

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 22888	25/01/2017	Étude Technique

**LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR DALKIA**

INTITULE	N°/ Fournis
Plan de masse	Oui
Plan de coupe	Oui
Synoptique électrique HT	Oui
Plan de zonage ATEX	Non
DDAE	Non
Analyse de Risque Foudre par RGC	RGC 22887

L'ET ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par **DALKIA**, commanditaire de cette étude. Il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

**SOMMAIRE**

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
1.1 OBJET .....	5
<b>2. PRESENTATION GENERALE DU SITE .....</b>	<b>6</b>
2.1 GENERALITES.....	6
2.2 CARACTERISTIQUES DU RESEAU DE PUISSANCE.....	7
2.3 CARACTERISTIQUES DU RESEAU DE TELECOMMUNICATION .....	7
2.4 PROTECTION INCENDIE .....	7
2.5 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS.....	7
2.6 CANALISATIONS ENTRANTES .....	7
2.7 CHEMINEMENT DES RESEAUX.....	8
<b>3. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES .....</b>	<b>9</b>
3.1 TEXTES RÉGLEMENTAIRES.....	9
3.2 NORMES DE REFERENCES .....	9
<b>4. MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>10</b>
4.1 PRESENTATION GENERALE .....	10
4.2 LIMITE DE L'ÉTUDE TECHNIQUE.....	10
<b>5. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre .....</b>	<b>11</b>
5.1 SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (SPF) .....	11
5.2 MESURES DE PREVENTION EN CAS D'ORAGE .....	11
<b>6. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS.....</b>	<b>12</b>
6.1 UNITE DE COGENERATION .....	12
6.2 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION.....	13
6.3 ÉQUIPEMENTS POUR LA SECURITE .....	13
<b>7. PRÉCONISATIONS - EFFETS DIRECTS DE LA Foudre.....</b>	<b>14</b>
7.1 DISPOSITIONS GENERALES .....	14
7.2 DIFFERENTS TYPE D'I.E.P.F .....	14
7.3 CHOIX DU TYPE D'I.E.P.F.....	17
7.4 MISE EN ŒUVRE DE L'I.E.P.F.....	17
7.4.1 <i>Unité de cogénération</i> .....	17
7.4.2 <i>Dispositifs de descente et mise à la terre</i> .....	20
<b>8. PRÉCONISATIONS - EFFETS INDIRECTS DE LA Foudre .....</b>	<b>25</b>
8.1 PROTECTION DES COURANTS FORTS.....	26
8.1.1 <i>Détermination des caractéristiques des parafoudres type I</i> .....	26
8.1.2 <i>Détermination des caractéristiques des parafoudres type II</i> .....	27
8.1.3 <i>Raccordement</i> .....	28
8.1.4 <i>Dispositif de deconnexion</i> .....	28
8.2 PROTECTION DES LIGNES DE TELECOMMUNICATION.....	29
<b>9. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX .....</b>	<b>30</b>
<b>10. REALISATION DES TRAVAUX.....</b>	<b>31</b>

<b>11.</b>	<b>VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS .....</b>	<b>31</b>
11.1	VERIFICATION INITIALE.....	31
11.2	VERIFICATIONS PERIODIQUES .....	32
11.3	VERIFICATIONS SUPPLEMENTAIRES .....	32
<b>12.</b>	<b>TABLEAU DE SYNTHESE .....</b>	<b>33</b>

## ANNEXES

**Annexe 1** : Note de calcul de la distance de séparation

**Annexe 2** : Lexique



## **1. INTRODUCTION**

### **1.1 Objet**

Dans le cadre de la création d'une unité de cogénération de la société **DALKIA** projetée au sein d'une usine sur la commune d'**HARNES**, une Etude Technique est réalisée.

Le site est soumis à Autorisation au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, et est donc concerné par l'arrêté du 19 juillet 2011 et sa circulaire d'application.

L'Etude Technique, objet de ce document est réalisée sur la base des résultats de l'Analyse du Risque Foudre réalisée par **RG Consultant**, détaillés dans le rapport **RGC 22887**.

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

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

## 2. PRESENTATION GENERALE DU SITE

### 2.1 Généralités



Plan n°1 : Vue 3D du projet

La future unité de cogénération de la société **DALKIA** sera implantée au sein du complexe industriel **MC CAIN** sur la commune d'**HARNES** (62) et comprendra une chaudière gaz destinée au réseau de chaleur (vapeur d'eau) de l'usine **MC CAIN** ainsi qu'une turbine de 8,5 MW de production d'électricité réinjectée sur le réseau HT du site.

Elle se compose ainsi de :

- Un bâtiment principal abritant les locaux techniques, les postes HT/BT, la chaudière gaz, le local de compression et l'arrivée gaz,
- Un bâtiment abritant la turbine.

## **2.2 Caractéristiques du réseau de puissance**

Le site sera raccordé en haute tension via un poste livraison présent dans l'usine MC CAIN pour alimenter un poste HTA par une ligne souterraine.

De ce poste HTA sera alimenté un transformateur HT/BT 160kVA destiné à l'alimentation des auxiliaires sous un régime de neutre TNC/S.

## **2.3 Caractéristiques du réseau de télécommunication**

Le site est raccordé au réseau ORANGE via une ligne aérienne sur rack de nature inconnue.

Les lignes de sécurité suivantes sont prévues :

- Ligne report d'alarme SDI vers télésurveillance usine MC CAIN,

## **2.4 Protection incendie**

Les mesures de prévention et de protection suivantes sont prévues:

- Extincteurs
- Centrales de détection gaz chaudière et turbine,
- Centrales de détection incendie chaudière et turbine,
- Inertage CO2 sur turbine,
- Vanne d'asservissement automatique sur arrivée gaz par coupure d'artère.

## **2.5 Mise à la terre des installations**

Sans information à ce stade du projet

## **2.6 Canalisations entrantes**

Les canalisations suivantes ont pu être identifiées :

- 1 canalisation Gaz depuis le poste de livraison en bordure de site sous protection cathodique,
- 2 canalisations de vapeur d'eau pour usine MC CAIN.

## 2.7 Cheminement des réseaux

Zone	Lignes connectées			
	Longueur (m)	Nom	Relié à	Type
Unité de cogénération	10	Alimentation HT	Poste de livraison HT Usine MC CAIN	Souterrain
	10	Réseau de télécommunication	Répartiteur télécom Usine MC CAIN	Aérien

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

### **3. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES**

#### **3.1 Textes réglementaires**

**Arrêté du 4 octobre 2010** modifié par **l'arrêté du 19 juillet 2011** relatif à la protection contre la **foudre** de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.

**Circulaire du 24 avril 2008** relative à l'application de l'arrêté du 19 juillet 2011.

#### **3.2 Normes de références**

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

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

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

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

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

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

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

**NF EN 61 643 - 11** – septembre 2002 [Parafoudres pour installation basse tension].

**NF EN 50164 -2** – Composants de protection contre la foudre

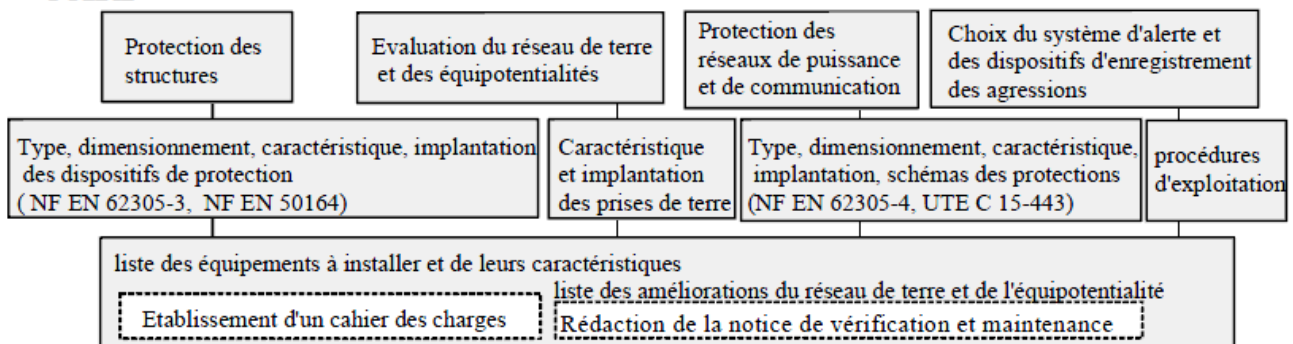
**NF EN 62561 -1/3/4/5/6/7** – Composants de système de protection contre la foudre (CSPF)

## 4. MÉTHODOLOGIE

### 4.1 Présentation générale

Le déroulement de l'Étude Technique doit être conforme à la méthodologie développée dans l'Arrêté Ministériel du 19 juillet 2011 et sa circulaire d'application.

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



### 4.2 Limite de l'Étude Technique

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

**Elle ne concerne pas :**

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

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

## 5. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

### 5.1 Système de protection contre la foudre (SPF)

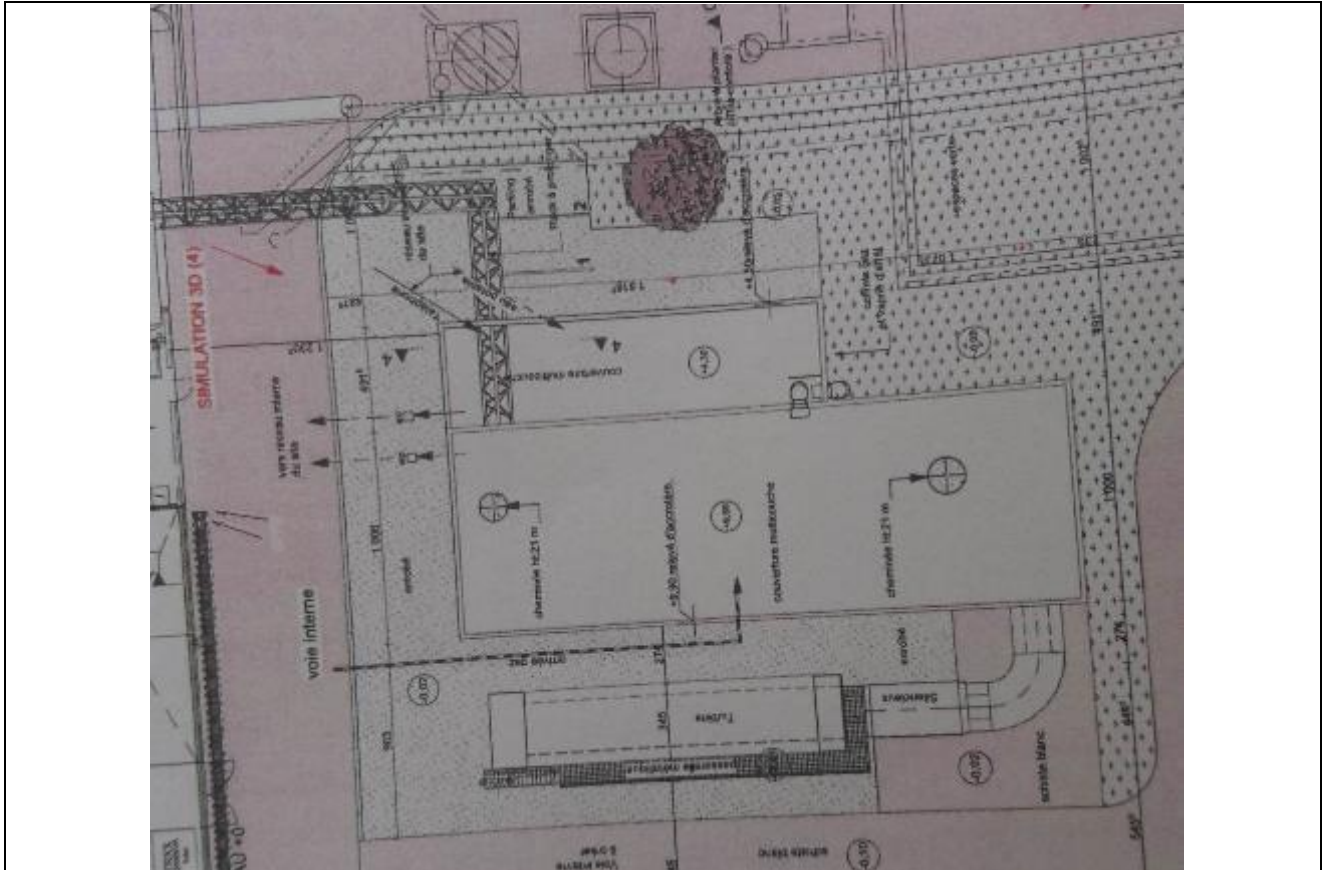
<i>Structure</i>	<i>Protection effets directs</i>	<i>Protection effets indirects</i>
<b>Unité de cogénération</b>	Niveau du Paratonnerre : IV (Pb = 0,2)	Ligne1: CFO Parafoudre d'entrée: niveau II Ligne2: CFA Parafoudre d'entrée: niveau II

### 5.2 Mesures de prévention en cas d'orage

L'Analyse du Risque Foudre ne prévoit pas de mesure de prévention particulière à mettre en place en cas d'orage.

**6. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS**

**6.1 Unité de cogénération**



**Plan n°2** : Bâtiment en projet

<b>Contenu</b>	Unité de cogénération
<b>Dimension</b>	28,75m x 22,00m x 9,90m (cheminées 21,00m)
<b>Structure</b>	Soubassement béton – Structure béton– Façade béton et bardage double peau – Couverture type bitume et bardage métallique
<b>Dangers</b>	Incendie, Explosion
<b>Réseau de terre</b>	Sans information



## 6.2 Zones à risques d'explosion

Les zones explosives répertoriées sont :

Zonage	Parties de l'installation – équipements
<u>Zone non définie</u>	Chaudière

**Tableau n° 1** : Zonage ATEX sur site

Des mesures de prévention sont présentes afin de réduire le risque d'explosion sur site :

- Détecteurs gaz sur chaudières avec asservissement vannes d'alimentation,
- Détection incendie, gaz et inertage CO2.

## 6.3 Équipements Pour la Sécurité

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

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Centrales de détection incendie (cogénération + turbine)	Oui
Centrales de détection Gaz (cogénération + turbine)	Oui
Inertage CO2	Oui
Protection cathodique	Oui

**Tableau n° 2** : Liste des équipements de sécurité

## 7. PRECONISATIONS - EFFETS DIRECTS DE LA Foudre

### 7.1 Dispositions générales

Son rôle est :

- D'intercepter les courants de foudre directs.
- De conduire les courants de foudre vers la terre.
- De disperser les courants de foudre dans la terre.

On détermine 2 types de protection : **isolée** et **non isolée**.

Dans une IEPF **isolée**, les conducteurs de capture et les descentes sont placées de manière à ce que le trajet du courant de foudre maintienne une distance de séparation adéquate pour éviter les étincelles dangereuses (dans le cas de parois combustibles, de risque d'explosion et d'incendie, de contenus sensibles au champ électromagnétiques de foudre).

Dans une IEPF **non isolée**, les conducteurs de capture et les descentes sont placées de manière à ce que le trajet du courant de foudre puisse être en contact avec la structure à protéger, ce qui est le cas pour la majorité des bâtiments.

### 7.2 Différents type d'I.E.P.F

Pour le système de capture, deux types de solutions peuvent être envisagés :

➤ La **protection par système passif** (norme NF EN 62305-3) consistant à répartir sur le bâtiment à protéger : des dispositifs de capture à faible rayon de couverture, des conducteurs de descente et des prises de terre foudre.

Ils peuvent être constitués par une combinaison des composants suivants :

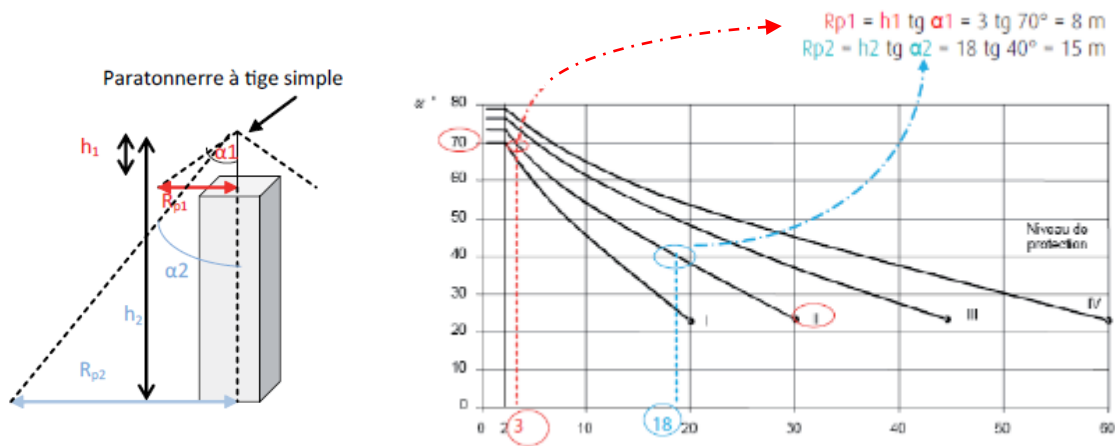
- tiges simples,
- fils tendus,
- cages maillés et/ou composants naturels...

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

#### ○ Tiges simples

Ce type d'installation consiste en la mise en place d'un ou plusieurs paratonnerres à tiges simples, en partie haute des structures à protéger.

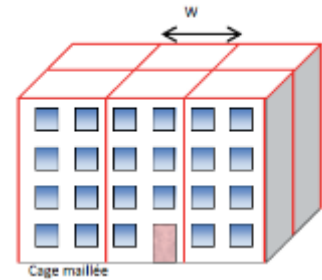
L'angle de protection concernant la zone protégée par ces tiges dépend du niveau de protection requis sur le bâtiment concerné et de la hauteur du dispositif de capture au-dessus du volume à protéger.



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

○ **Cages maillées**

La protection par cage maillée consiste en la réalisation sur le bâtiment d'une cage à mailles reliées à des prises de terre. Le système à cage maillée répartit l'écoulement des courants de foudre entre les diverses descentes, et ceci d'autant mieux que les mailles sont plus serrées. La largeur des mailles en toiture et la distance moyenne entre deux descentes dépendent du niveau de protection requis sur le bâtiment.



Niveau de protection Issu de l'ARF	Taille des mailles	Distances typiques entre les conducteurs (W)
IV	20 m x 20 m	20 m
III	15 m x 15 m	15 m
II	10 m x 10 m	10 m
I	5 m x 5 m	10 m

Largeur des mailles et distances habituelles entre les descentes et le ceinturage en fonction du niveau de protection

○ **Fils tendus**

Ce système est composé d'un ou plusieurs conducteurs tendus au-dessus des installations à protéger. Les conducteurs doivent être reliés à la terre à chacune de leur extrémité. L'installation de fils tendus doit tenir compte de la tenue mécanique, de la nature de l'installation et des distances d'isolement.



➤ La **protection par système actif** (norme NF C 17-102) avec mise en place de Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA) dont le rayon de couverture est amélioré par un dispositif ionisant.

Niveau de protection		Rayon de protection des PDA											
		I			II			III			IV		
Avance à l'amorçage		30	45	60	30	45	60	30	45	60	30	45	60
Hauteur au dessus de la surface à protéger	2	11,4	15,0	18,6	12,6	16,8	20,4	15,0	19,2	23,4	16,8	21,6	25,8
	4	22,8	30,6	37,8	25,8	34,2	41,4	30,6	39,0	46,8	34,2	43,2	51,0
	5	28,8	37,8	47,4	33,0	42,6	51,6	37,8	48,6	58,2	42,6	53,4	64,2
	6	28,8	37,8	47,4	33,0	42,6	52,2	38,4	48,6	58,2	43,2	54,0	64,2

Le tableau ci-dessus tient compte du coefficient de réduction de 40 % appliqué aux rayons de protection des PDA, conformément à l'arrêté du 19 juillet 2011 concernant les ICPE.

**Nota** : il est également possible de combiner des solutions passives et actives en fonction de la configuration des structures à protéger.

Les avantages et inconvénients de chaque type de protection sont listés dans le tableau suivant :

	Système passif	Système actif (PDA)
<b>Installation</b>	Contraignante sur des structures complexes et pour des niveaux de protection sévères.	Simplifiée car moins de matériels à installer.
<b>Maintenance</b>	Simplifiée, pas d'élément actif à contrôler.	Problème du contrôle du bon fonctionnement de la partie active (accessibilité, moyens de contrôle spécifiques).
<b>Efficacité</b>	Basée sur le modèle électrogéométrique, reconnu internationalement Apporte également une réduction des perturbations électromagnétiques rayonnées	Controversée. En cas de défaillance du système actif la protection devient partielle.
<b>Coût d'installation</b>	Pouvant être élevé sur des structures importantes	Les PDA étant actifs, leur coût est supérieur à celui d'une tige simple. L'installation est cependant moins contraignante, d'où un coût global d'installation moindre.

### 7.3 Choix du type d'I.E.P.F

La surface des bâtiments étant peu importante, nous conseillons de protéger ces zones à l'aide d'une protection par **paratonnerre à tige simple (PTS)**, car :

- L'utilisation de composants naturels n'est pas possible car les éléments métalliques de construction ne permettent pas de constituer des parties du SPF,
- La protection par fils tendus n'est applicable que pour les zones ouvertes ou bâtiment de petites tailles.

Les solutions proposées dans l'étude technique ont été étudiées en tenant compte du meilleur compromis entre les aspects techniques et économiques.

### 7.4 Mise en œuvre de l'I.E.P.F

#### 7.4.1 Unité de cogénération

##### 7.4.1.1 Niveau de protection à atteindre

Les bâtiments doivent être protégés par un **SPF de niveau IV**.

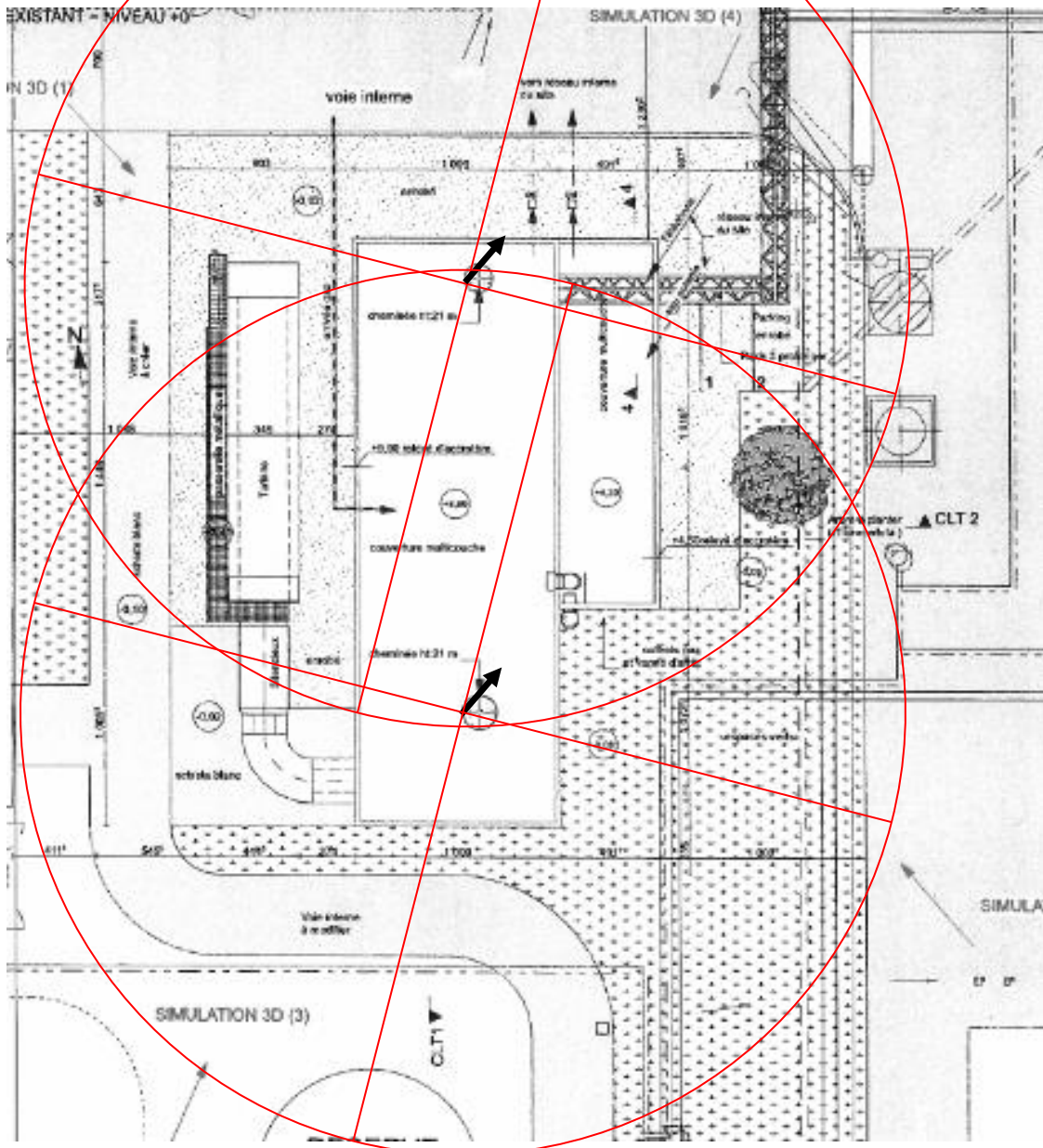
##### 7.4.1.2 Dispositif de capture

Nous préconisons :

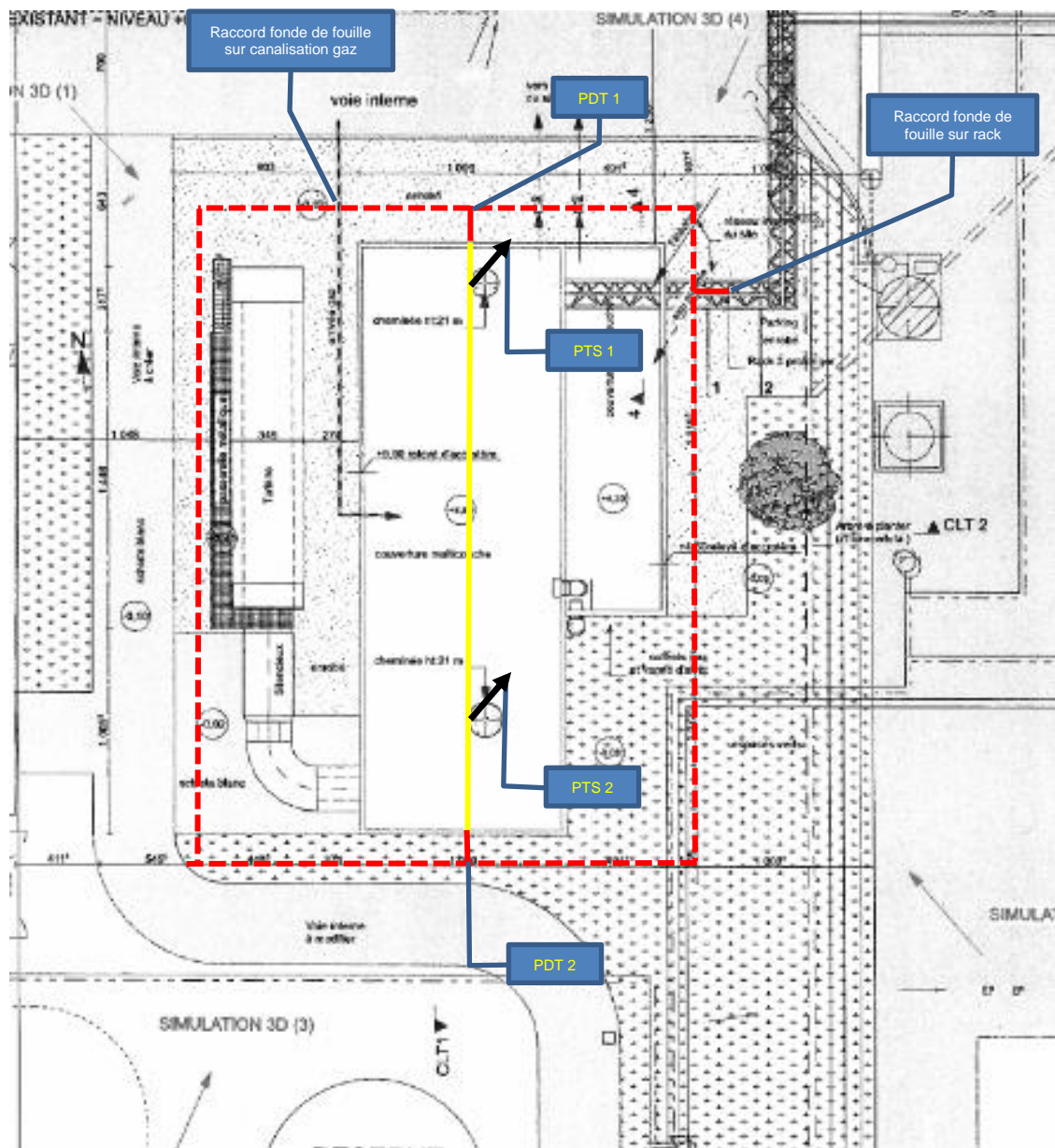
- L'installation d' 1 **PTS sur chacune des deux cheminées**,
- L'utilisation des cheminées métalliques jusqu'à la toiture du bâtiment comme conducteur naturel de descente sous réserve de continuité et nature répondant à NF EN 62305-3,
- La mise en place d'un **circuit de terre type B** à fond de fouille,

Les caractéristiques des dispositifs de capture sont décrites dans le tableau suivant :

Paratonnerre	Hauteur des tiges	Niveau de protection	Méthode utilisée selon NF EN 62 305-3
2 PTS	1 m	IV	Angle de protection : <b>22,57 m</b> (Cheminées de hauteur 11 m au-dessus des toitures)



**Plan n°3:** Rayon de protection des PTS



**Plan n°4:** Schéma d'implantation du SPF

**Légende :**

— Conducteur de descente en toiture

--- Prise de terre type B sur réseau de terre à fond de fouille

↗ PTS sur mât de 1,0 m

⊕ Rayon de protection du PTS

## 7.4.2 Dispositifs de descente et mise à la terre

### 7.4.2.1 Conducteurs de descente

Pour un SPF à dispositif d'amorçage non isolé, chaque PDA doit être connecté à au moins deux conducteurs de descente. Néanmoins, la norme NFC 17102 version 2011 nous indique que lorsque plusieurs PDA se trouvent sur le même bâtiment, les conducteurs de descente peuvent être mutualisés. Ainsi, s'il y a  $n$  PDA sur le toit, il n'est pas systématiquement nécessaire d'avoir  $2n$  conducteurs de descente mais un minimum de  $n$  conducteurs de descente spécifique est nécessaire.

**La distance de séparation** la plus défavorable calculée ici est de : (le détail du calcul est présenté en annexe 1)

- 0,40 m pour les PTS 1 et 2,

**L'ensemble des masses métalliques (skydômes, exutoires, crinolines, aérothermes) et des carcasses des spots d'éclairages/caméras devront être interconnectés au dispositif de descente par un conducteur de même nature que celui-ci. Les courants forts/faibles devront être blindés (caméras, antenne hertzienne) ou protégés à l'aide de parafoudres (parafoudres BT et coaxiaux).**

Cette distance a été calculée à partir de la formule suivante, provenant de la norme NF EN 62305-3 :

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$$

où

$k_i$  : dépend du type de SPF choisi ;

$k_c$  : dépend du courant de foudre s'écoulant dans les conducteurs de descente ;

$k_m$  : dépend du matériau de séparation ;

$l$  : est la longueur, en mètres, le long des dispositifs de capture ou 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.

Lorsque les conditions de proximité (distance de séparation) ne sont pas respectées, la mise à la terre des masses métalliques est réalisée par un conducteur de même nature que le conducteur de descente. (Portes, fenêtres, grilles, canalisations...)

S'il est impossible de répondre à cette problématique, des parafoudres devront être installés dans les armoires électriques alimentant les équipements susceptibles d'être perturbés par le courant de foudre circulant à proximité.

Dans le cas contraire, utiliser des **câbles blindés adaptés** ou des **plaques d'acier (écran)**.

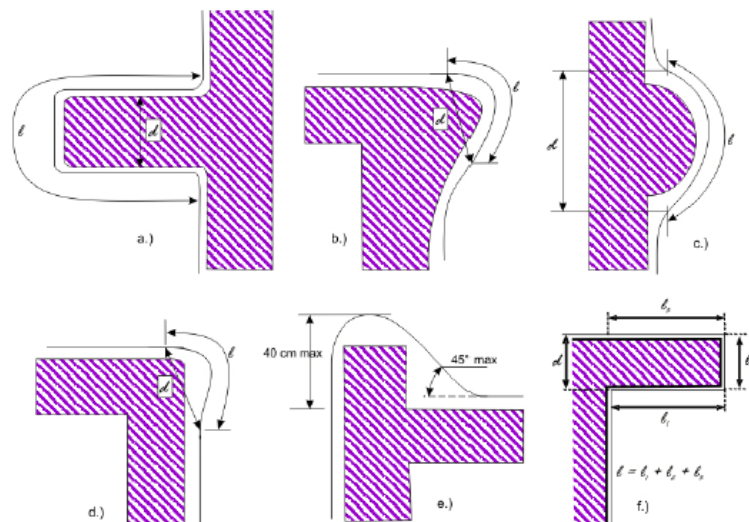


**7.4.2.2 Cheminement des conducteurs de descente**

Les conducteurs de descente doivent être installés de sorte que leurs cheminements soient aussi directs et aussi courts que possible, en évitant les angles vifs et les sections ascendantes (les rayons de courbure doivent être supérieurs à 20 cm).

Les conducteurs de descente ne doivent pas cheminer le long des canalisations électriques ou croiser ces dernières.

Il convient d'éviter tout cheminement autour des acrotères, des corniches et plus généralement des obstacles. Une hauteur maximale de 40 cm est admise pour passer au-dessus d'un obstacle avec une pente de 45° ou moins.



$l$  : longueur de la boucle, en mètres  
 $d$  : largeur de la boucle, en mètres  
 Le risque de rupture du diélectrique est évité si la condition  $d > l/20$  est respectée.

Formes de courbure des conducteurs 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**.

#### 7.4.2.3 Matériaux et dimensions

Les matériaux et dimensions des conducteurs de descente devront respecter les prescriptions de la norme NF EN 62561.

Le tableau ci-dessous extrait de cette norme donne des exemples de matériau, configuration et section minimale des conducteurs de capture, des tiges et des conducteurs de descente.

Matériau	Configuration	Section minimale mm <sup>2</sup>	Commentaires <sup>10)</sup>
Cuivre	Plaque pleine	50 <sup>8)</sup>	Epaisseur min. 2 mm
	Rond plein <sup>7)</sup>	50 <sup>8)</sup>	Diamètre de 8 mm
	Torsadé	50 <sup>8)</sup>	Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
	Rond plein <sup>3), 4)</sup>	200 <sup>8)</sup>	Diamètre 16 mm
Cuivre étamé <sup>1)</sup>	Plaque pleine	50 <sup>8)</sup>	Epaisseur min. 2 mm
	Rond plein <sup>7)</sup>	50 <sup>8)</sup>	Diamètre de 8 mm
	Torsadé	50 <sup>8)</sup>	Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
Aluminium	Plaque pleine	70	Epaisseur min. 3 mm
	Rond plein	50 <sup>8)</sup>	Diamètre de 8 mm
	Torsadé	50 <sup>8)</sup>	Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
Alliage d'aluminium	Plaque pleine	50 <sup>8)</sup>	Epaisseur min. 2,5 mm
	Rond plein <sup>7)</sup>	50	Diamètre de 8 mm
	Torsadé	50 <sup>8)</sup>	Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
	Rond plein <sup>3), 4)</sup>	200 <sup>8)</sup>	Diamètre 16 mm
Acier galvanisé à chaud <sup>2)</sup>	Plaque pleine	50 <sup>8)</sup>	Epaisseur min. 2,5 mm
	Rond plein <sup>9)</sup>	50	Diamètre de 8 mm
	Torsadé	50 <sup>8)</sup>	Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
	Rond plein <sup>3), 4) 9)</sup>	200 <sup>8)</sup>	Diamètre 16 mm
Acier inoxydable <sup>5)</sup>	Plaque pleine	50 <sup>8)</sup>	Epaisseur min. 2 mm
	Rond plein <sup>6)</sup>	50	Diamètre de 8 mm
	Torsadé	70 <sup>8)</sup>	Diamètre min. d'une torsade 1,7 mm
	Rond plein <sup>3), 4)</sup>	200 <sup>8)</sup>	Diamètre 16 mm

#### 7.4.2.4 Joint de contrôle

Chaque conducteur de descente doit être muni d'un joint de contrôle permettant de déconnecter la prise de terre pour procéder à des mesures.

Les joints de contrôle sont en général installés sur les conducteurs de descente en partie basse.

Pour les conducteurs de descente installés sur des parois métalliques ou les SPF non équipés de conducteurs de descente spécifiques, des joints de contrôle doivent être insérés entre chaque prise de terre et l'élément métallique auquel la prise de terre est connectée. Ils sont alors installés à l'intérieur d'un regard de visite (conforme à la NF EN 62561) comportant le symbole prise de terre.

#### 7.4.2.5 Compteur de coups de foudre

Un compteur de coups de foudre doit être installé sur le conducteur de descente le plus direct et doit être situé de préférence juste au-dessus du joint de contrôle. Il doit être conforme à la NF EN 62561. Il faut au minimum **un compteur par paratonnerre**.

#### 7.4.2.6 Prise de terre

Un réseau de terre à fond de fouille en cuivre nu torsadé de section 50 mm<sup>2</sup> doit être réalisé sur le périmètre des installations visées et installé dans le sol à au moins 50 cm de profondeur et écarté de 1 mètre des installations.

Au total, **2 conducteurs de descente seront raccordés à la prise de terre type B.**

Cette liaison est déconnectable et se fera par raccord mécanique en inox ou laiton, permettant de mesurer de façon individuelle la valeur de chacune des prises de terre, une fois déconnectées de la terre et de la structure. Il sera situé de préférence dans un regard de visite comportant le symbole « *Prise de terre* ».

Ce dernier est facilement accessible et repérable (il portera la mention «*Prise de terre*»).

Pour chaque prise de terre et chaque interconnexion à réaliser en enterré à 50cm de profondeur, le titulaire devra s'assurer auprès de l'entreprise du passage d'éventuelles canalisations enterrées sur la zone d'implantation de la prise de terre.

**Les prises de terre** doivent satisfaire les exigences suivantes:

- la valeur de résistance mesurée à l'aide d'un équipement classique doit être la plus basse possible (**inférieure à 10 Ω**). Cette résistance doit être mesurée au niveau de la prise de terre isolée de tout autre composant conducteur. L'installateur a donc en charge tous les éventuels travaux complémentaires nécessaires, afin d'obtenir une valeur inférieure à 10 Ohms.

#### 7.4.2.8 Condition de proximité

Les composants de la prise de terre du SPF à dispositif d'amorçage doivent être à au moins **2 m de toute canalisation métallique ou canalisation électrique enterrée** si ces canalisations ne sont pas connectées d'un point de vue électrique à la liaison équipotentielle principale de la structure.

Pour les sols dont la résistivité est supérieure à 500 Ω m, la distance minimum est portée à 5 m

#### 7.4.2.9 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 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.

*7.4.2.10 Mise à la terre des canalisations et masses métalliques*

Les installations suivantes devront être raccordées à la prise de terre type B par une tresse en cuivre nu de section  $\geq 25\text{mm}^2$  :

- Canalisation gaz par le biais d'un éclateur (protection cathodique),
- Rack métallique de support des canalisations du réseau de chaleur,
- Canalisations de vapeur d'eau.

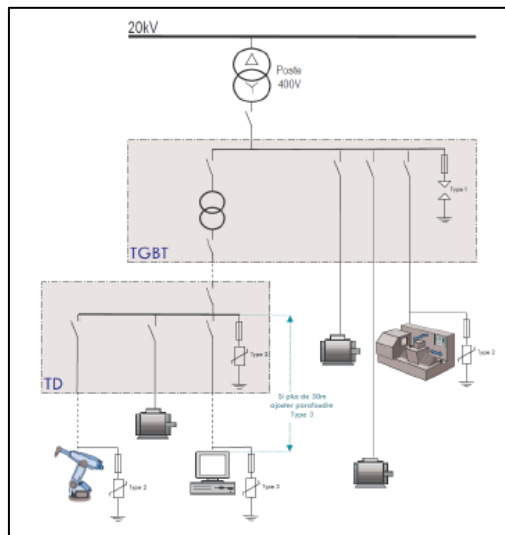
Cette interconnexion devra être réalisée selon NF EN 62305-3.

## 8. PRÉCONISATIONS - EFFETS INDIRECTS DE LA FOUDRE

Les résultats de l'analyse de risque aboutissent à une **protection obligatoire** contre les **effets indirects de niveaux II** sur le site **DALKIA d'HARNES (62)**.

Une protection devra être mise en place:

- Au niveau de l'alimentation générale des bâtiments équipés de paratonnerres conformément aux préconisations des normes NF EN 62305 et du guide UTE C 15-443.
- Sur les Équipements Importants Pour la Sécurité.
- Sur les canalisations conductrices provenant de l'extérieur des bâtiments (équipements en toiture, réseaux électriques,...).



Principe de protection par parafoudres

Nous préconisons :

- La mise en place d'un parafoudre de **type 1+2** sur le TGBT Utilités,
- La mise en place de parafoudres **type 2 au niveau de**:
  - Amont SSI chaudière, (si éloignée de plus de 10m filaire du TGBT)
  - Amont SS GAZ chaudière, (si éloignée de plus de 10m filaire du TGBT)
  - Amont SSI turbine, (si éloignée de plus de 10m filaire du TGBT)
  - Amont SS GAZ turbine, (si éloignée de plus de 10m filaire du TGBT)
  - Amont automate inertage CO2 turbine.
- La mise en place de **parafoudres de télécommunication** au niveau des différentes lignes suivantes :
  - Ensemble des lignes sur le répartiteur télécom de l'unité de cogénération,

## 8.1 Protection des courants forts

### 8.1.1 Détermination des caractéristiques des parafoudres type I

Ces protections sont conçues pour être utilisées sur des installations où le « risque foudre » est très important, notamment en présence de paratonnerre sur le site. Ces parafoudres doivent être soumis aux essais de classe I, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350 µs, représentatives du courant de foudre généré lors d'un impact direct.

Pour le dimensionnement des parafoudres de **TYPE 1**, la norme NF EN 62305 -1 précise que lorsque le courant de foudre s'écoule à la terre, il se divise en 2 :

- ⇒ 50 % vers les prises de terre ;
- ⇒ 50 % dans les éléments conducteurs et les réseaux pénétrant dans la structure.

#### **Calcul du courant $I_{imp}$ des parafoudres de type 1** (et type 1+2) :

Le courant  $I_{imp}$  est le courant que doit pouvoir écouler le parafoudre de type 1 sans être détruit.

Les parafoudres protégeant les lignes extérieures doivent avoir une tenue en courant compatible avec les valeurs maximales de la partie de courant de foudre qui va s'écouler à travers ces lignes.

Il dépend de :

- la moitié du courant crête du coup de foudre défini dans la NF EN 62305-1 (donné dans le tableau ci-dessous en fonction du niveau de protection).

Premier choc court			Niveau de protection			
Paramètres du courant	Symbole	Unité	I	II	III	IV
Courant crête	$I$	kA	200	150	100	

**Tableau n° 3** : Valeurs du courant de foudre direct  $I_{imp}$  maxi

- Du nombre de pôles.

Ce courant est donné par la formule suivante :

$$I_{imp} = \frac{0,5}{n \times m} \times I_{imp} \text{ max}$$

Où n est le nombre total des éléments conducteurs (pôles).

On retrouve ainsi les résultats suivants :

	Niveau de protection			
	I	II	III	IV
	Valeur de $I_{imp}$ mini (en kA)			
IT avec neutre	25,0	18,8	12,5	
IT sans neutre	33,3	25,0	16,7	
TN-C	33,3	25,0	16,7	
TN-S (tri + neutre)	25,0	18,8	12,5	
TN-S (mono)	50,0	37,5	25,0	
TT (tri + neutre)	25,0	18,8	12,5	
TT (mono)	50,0	37,5	25,0	

**Caractéristiques :**

- Régime de neutre : **TNC/S**
- Tension maximale en régime permanent : **Uc = 253V**
- Intensité de court-circuit à respecter : **Icc = A définir**
- Courant maximum de décharge (onde 10/350  $\mu$ s) :
  - **$I_{imp} = 25,0$  kA TNC**
  - **$I_{imp} = 18,8$  kA TNS**
- Niveau de protection : **Up = 1,5 kV pour un type 1+2**

Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

**8.1.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II**

Ces protections sont destinées à être installées à proximité des équipements sensibles. Ces parafoudres sont soumis à des tests en onde de courant 8/20 $\mu$ s (essais de classe II).

Ces parafoudres de type II sont à placer en **coordination** avec les parafoudres de type I (type I+II) implantés en amont.

En cas d'absence d'armoire divisionnaire à proximité des équipements à protéger, des coffrets parafoudre devront être installés.

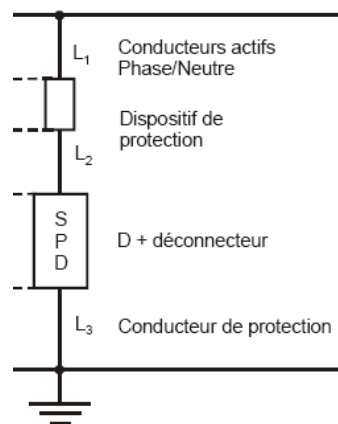
**Caractéristiques :**

- Régime de neutre : **TNC/S**
- Tension maximale en régime permanent **Uc = 230/400V**
- Intensité de court-circuit à respecter : **Icc = A définir**
- Courant nominal de décharge (onde 8/20  $\mu$ s) **In = 5 kA**
- Courant maximum de décharge (onde 8/20  $\mu$ s) **I<sub>max</sub> = 10 kA**
- Niveau de protection **Up = 1,5 kV**

### 8.1.3 Raccordement

Les parafoudres seront raccordés au niveau du jeu de barres principal de l'armoire.

Le raccordement devra être réalisé de la manière la plus courte et la plus rectiligne possible afin de réduire la surface de boucle générée par le montage des câbles phases, neutre et PE. La longueur cumulée de conducteurs parallèles de raccordement du parafoudre au réseau devra être **strictement inférieure à 0,50 m (L1+L2+L3)**.



La mise en œuvre doit être réalisée conformément au guide UTE C 15-443.

### 8.1.4 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**.

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.



**8.2 Protection des lignes de télécommunication**

Ces parafoudres sont structurés par les normes internationales NF EN 61643-21 et -22.

Ils sont adaptés aux exigences des différents réseaux entrant dans la structure à protéger :

- Réseau **Telecom** : protection des équipements PABX, modems, terminaux, ...
- Réseau **industriel** : protection d'automates, systèmes de télégestion, télétransmetteurs, sondes, capteurs, servomoteurs, centrales de contrôle d'accès, d'incendie, ...
- Réseau **informatique** : protection des réseaux inter-bâtiment

Le tableau E.2 de l'annexe E de la NF EN 62305 -1 donne, pour les réseaux de **communication**, les surintensités de foudre susceptibles d'apparaître lors des impacts de foudre.

Le courant impulsionnel de foudre ( $I_{imp}$  – onde 10/350  $\mu$ s) des parafoudres doit être > ou = aux valeurs reprises ci-dessous en fonction des niveaux de protection.

Niveau de protection Np	
I-II	III-IV
<b><math>I_{imp}</math> minimum du parafoudre (en kA) en onde 10/350 <math>\mu</math>s</b>	
2	1

Pour les réseaux écrantés, ces valeurs peuvent être réduites d'un facteur 0,5.

Pour la **sélection** de ces parafoudres, il faut tenir compte des paramètres suivants :

- Caractéristiques de la ligne à protéger : ISDN, ADSL
- Nombre de lignes à protéger
- Type d'installation souhaitée : boîtier mural, répartiteur, rail DIN,...
- Ergonomie : modules débrochables.

Les caractéristiques préconisées sont les suivantes : (A confirmer suivant type de ligne)

- $U_c$  : 185 VDC,
- $I_n$  : 450 mA,
- $I_{imp}$  : 2 kA,
- $U_p$  : 400A.

## 9. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX

Cette étude évoque également l'aspect prévention vis-à-vis des risques foudre en présence de personnel exposé aux orages ou lors de manipulation de produits et/ou matériels dangereux.

Selon l'arrêté du 19 juillet 2011, « les enregistrements des agressions de la foudre sont datés et si possible localisés sur le site », et « tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre (... coup de foudre...) sont consignés dans le carnet de bord ».

Pour permettre de manière fiable de faire évacuer les zones ouvertes, le système d'alerte, à l'approche d'un front orageux, peut être :

- soit un service local de détection des orages et/ou fronts orageux par réseau national METEOFRANCE,



- soit un système local de détection par moulin à champ type Détectstorm ou équivalent.



En effet, lors de l'approche ou de la formation d'une cellule orageuse, le champ électrostatique au sol varie de façon importante (de 150 V/m à 15kV/m en période orageuse).

Un dispositif (moulin à champ) mesure localement cette variation et informe le décideur sur la façon de gérer cette situation à risque.

Une fiche d'enregistrement pour chaque appel sera remplie et les datations du début et de fin d'alerte précisées. Une procédure sera alors mise en place et tout dépotage interdit jusqu'à la levée de l'alerte.

Cette procédure d'alerte foudre devra être régulièrement effectuée (nombre important de fiches remplies par an) par liaison téléphonique rendant pratiquement nulle la probabilité d'inflammation de zones explosibles sur l'aire de déchargement.

Ces fiches remplies régulièrement apporteront une bonne traçabilité des événements utiles lors d'investigations nécessaires après d'éventuels dysfonctionnements rencontrés. En cas de sinistres graves, ces éléments apportent une aide précieuse lors d'une enquête administrative ou judiciaire.

### **Conclusion :**

Absence de restriction en période orageuse.

## 10. REALISATION DES TRAVAUX

La mise en œuvre des préconisations doit être réalisée par une société spécialisée et agréée



« Installation de paratonnerres et parafoudres ».

La qualité de l'installation des systèmes de protection est essentielle pour assurer une efficacité de la protection foudre. L'entreprise devra fournir son attestation Qualifoudre à la remise de son offre.

La marque Qualifoudre :

La marque QUALIFOUDRE identifie les sociétés compétentes dans le domaine de la foudre. 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).

## 11. VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS

### 11.1 Vérification initiale

Dès la réalisation d'une installation de protection contre la foudre, une vérification finale destinée à s'assurer que l'installation est conforme aux normes doit être faite avant 6 mois et comporter :

- Nature, section et dimensions des organes de capture et de descente,
- Cheminement de ces différents organes,
- Fixation mécanique des conducteurs,
- Respect des distances de séparation,
- Existence de liaisons équipotentielles,
- Valeurs des résistances des prises de terre (par le maître d'œuvre),
- Etat de bon fonctionnement des têtes ionisantes pour les PDA (éventuels),
- Interconnexion des prises de terre entre elles.
- Vérification des parafoudres (câblage, section,...).

Pour certaines, ces vérifications sont visuelles. Pour les autres, il faudra s'assurer des continuités électriques par des mesures (maître d'œuvre).

Le maître d'œuvre devra, au préalable, mettre à la disposition de l'inspecteur réalisant la vérification le dossier d'ouvrage exécuté (D.O.E.) correspondant aux travaux réalisés par ses soins : cheminements des liaisons de masses, implantation des parafoudres dans les armoires respectant toutes les recommandations de l'Etude Technique.

## 11.2 Vérifications périodiques

La NF EN 62 305-3 prévoit des vérifications périodiques en fonction du niveau de protection à mettre en œuvre sur la structure à protéger en présence de protection extérieure :

Niveau de protection	Inspection visuelle (année)	Inspection complète (année)	Inspection complète des systèmes critiques (année)
I et II	1	2	1
III et IV	2	4	1

NOTE : Pour les structures avec risque d'explosion, une inspection complète est suggérée tous les 6 mois. Il convient d'effectuer des essais une fois par an.  
Une exception acceptable à l'essai annuel peut être un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des mesures de prise de terre en diverses saisons.

D'après NF EN 62 305-3

Les intervalles entre vérifications donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le cas de ce site, 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.

Chaque vérification périodique doit faire l'objet d'un rapport détaillé reprenant l'ensemble des constatations et précisant les mesures correctives à prendre. Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts dans le système de protection contre la foudre, il convient d'y remédier dans les meilleurs délais afin de maintenir l'efficacité optimale du système de protection contre la foudre.

### **Note importante :**

Les parafoudres sont des composants passifs que l'on finit souvent par oublier et sont rarement intégrés dans les opérations de maintenance des installations électriques.

*Comment savoir si une surcharge ou des amorçages trop fréquents n'ont pas eu d'incidences sur le bon fonctionnement des parafoudres installés ?*

Si une démarche de vérification est mise en place, elle devra comporter une mission de contrôle de l'état des modules à l'aide de valise test (valise CHECKmaster ou équivalent) avec affichage des résultats des essais et raccordement par interface sur imprimante et PC pour exploiter les données et les incorporer au dossier « maintenance foudre ».

## 11.3 Vérifications supplémentaires

Dans le cadre de l'application de la norme NF EN 62305-3, des vérifications supplémentaires des installations de protection contre la foudre peuvent être réalisées suite aux événements suivants :

- Travaux d'agrandissement du site,
- Forte période orageuse dans la région,
- Impact sur les installations protégées (procédure de vérification des compteurs de coups de foudre et établissement d'un historique),
- Impossibilité d'installer un système de comptage efficace, dès qu'un doute existe après une activité locale orageuse,
- Perturbations sur des contrôles/commandes ont été constatées, alors une vérification de l'état des dispositifs de protection contre les surtensions est nécessaire.

**Toutes ces vérifications devront être annotées dans la Notice de Vérification et Maintenance, fournie dans un document séparé. Il conviendra de la compléter pour la partie parafoudre, une fois que l'installation sera terminée.**

## 12. TABLEAU DE SYNTHÈSE

Installations/ équipements	Préconisations (effets directs et indirects)	Obligation	Optimisation
<b><u>I.E.P.F.</u></b>	<b><u>Installation Extérieure de Protection Foudre</u></b>		
Site	Installation d'un SPF de niveau IV, conformément au § 6 de cette Etude Technique,	X	
<b><u>I.I.P.F.</u></b>	<b><u>Installation Intérieure de Protection Foudre</u></b>		
TGBT	Protection par parafoudres type 1+2 de niveau II (caractéristiques : onde 10/350 et 8/20) conformément au § 7 de cette étude technique :	X	
Tableaux divisionnaires et installations sensibles	Protection par parafoudres type 2 (caractéristiques : onde 8/20 I <sub>max</sub> 10 kA et U <sub>p</sub> < 1,5 kV) conformément au § 7 de cette étude technique :	X	
Lignes de télécommunication, report d'alarme et ligne secours	Protection par parafoudres courant faible adaptés, conformément au § 7 de cette étude technique.	X	
Prévention Personnel	Procédure à respecter en période orageuse, alerte foudre : <ul style="list-style-type: none"> <li>- soit par un système autonome local type moulin à champ, Détektstorm ou équivalent</li> <li>- soit par un abonnement annuel à un service national de détection de front orageux, avertissant les services concernés que le risque d'orage sur la zone est élevé (Météorage).</li> <li>- Télé comptage (Météorage)</li> </ul>		X  X  X
(en cas de travaux)	Vérification initiale des travaux (REC) Vérification périodique Visuelle Vérification périodique Complète	X X X	

**NOTA :**

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

**ANNEXE 1**

**Note de calcul distance de séparation**

**CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION S**

PTS 1 ET 2

dénomination	coef	valeurs à encoder
<b>Coefficient <math>k_i</math></b> dépend du type de SPF choisi: coefficient d'induction  <i>Niveau de protection : II</i>	$K_i =$	<b>0,04</b> voir tableau 10

Niveau de protection	$k_i$
I	0,08
II	0,06
III et IV	0,04

<b>Coefficient <math>k_c</math></b> dépend du courant de foudre s'écoulant dans les conducteurs de descente; coefficient de répartition du courant de foudre		
<b>Calcul de <math>K_c</math> si terre type A</b>	$K_c =$	<b>0,66</b> voir tableau C1

Tableau C.1 – Valeurs du coefficient  $k_c$

Type de dispositif de capture	Nombre de conducteurs de descente $n$	$k_c$	
		Disposition de terre type A	Disposition de terre type B
Tige simple	1	1	1
Fils tendus	2	0,66 <sup>a)</sup>	0,5... 1 (voir Figure C.1) <sup>a)</sup>
Maille	4 et plus	0,44 <sup>a)</sup>	0,25... 0,5 (voir Figure C.2) <sup>a)</sup>
Maille	4 et plus, connectés par un ceinturage horizontal	0,44 <sup>a)</sup>	1/n... 0,5 (voir Figure C.3) <sup>a)</sup>

<sup>a)</sup> Domaine des valeurs de  $k_c = 0,5$  où  $c \ll r$  à  $k_c = 1$  avec  $h \ll r$  (voir Figure C.1)  
<sup>b)</sup> L'équation pour  $k_c$  conformément à la Figure C.2 est une approximation pour des formes cubiques et pour  $n \geq 4$ . Les valeurs de  $k_c$ ,  $r_c$  et  $r_b$  sont supposées être dans la gamme de 5 m à 20 m.  
<sup>c)</sup> Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et  $k_c$  est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées.  
<sup>d)</sup> Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris  $k_c = 1$ .  
 NOTE D'autres valeurs de  $k_c$  peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.

<b>Calcul de <math>K_c</math> si terre type B</b>		
$k_c = \frac{1}{2n} + 0,1 + 0,2 \times \sqrt{\frac{c}{h}}$		
nombre total de conducteurs de descente	$n =$	
distance entre 2 conducteurs de descente	$c =$	
distance entre ceinturage	$h =$	

<b>Coefficient <math>k_m</math></b> dépend du matériau de séparation: coefficient lié au matériau  <i>Le matériau de séparation est ici</i>	$K_m =$	<b>1</b> voir tableau 12
---	---------	--------------------------

Matériau	$k_m$
Air	1
Béton, briques	0,5

NOTE 1 Si plusieurs matériaux isolants sont en série, une bonne pratique est de choisir la valeur la plus faible de  $k_m$ .  
 NOTE 2 Si d'autres matériaux isolants sont utilisés, il convient que le fabricant fournisse des conseils en matière de construction et la valeur de  $k_m$ .

<b>Coefficient <math>l</math></b> distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie et la ceinture équipotentielle la plus	$l =$	<b>15</b>	→	<i>l est mesurée au niveau d'une descente entre 1 point situé à 5m d'une ceinture équipotentielle horizontale et celle-ci</i>
--	-------	-----------	---	---

<b>Calcul de <math>S</math></b>		
$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$	$s =$	<b>0,396</b> m

**ANNEXE 2**

**Lexique**



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

**Effet réducteur**

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

**Electrode de terre**

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

**Equipements métalliques**

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

**Etincelle dangereuse (étincelage)**

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

**Foudre**

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

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

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

**Liaison équipotentielle**

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

**Mode commun (MC)**

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

**Mode différentiel (MD)**

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

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

**Résistance de terre**

Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms ( $\Omega$ ), elle n'a pas, contrairement au maillage des masses, d'influence sur l'équipotentialité du site.

**Surface équivalente**

Surface de sol plat qui recevrait le même nombre d'impacts que la structure ou le bâtiment en question. Cette surface est toujours plus grande que la seule emprise au sol de l'ensemble à protéger. On la détermine en pratique en entourant fictivement le périmètre de cet ensemble par une bande horizontale, dont la largeur est égale à trois fois sa hauteur. Elle peut ensuite être corrigée en tenant compte des objets environnants : arbres, autres structures, susceptibles de dévier un coup de foudre vers eux.

**Sur tension**

Variation importante de faible durée de la tension.

**Tension de mode commun**

Tension mesurée entre deux fils interconnectés et un potentiel de référence (voir mode commun).

**Tension différentielle**

Tension mesurée entre deux fils actifs (voir mode différentiel).

**Tension résiduelle d'un parafoudre**

Tension qui apparaît sur une sortie d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge.

**TGBT**

Tableau Général Basse Tension

**Traceur**

Predécharge progressant à travers l'air et formant un canal faiblement ionisé.