

# DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

Révision Avril 2022

## ARROW VATRY LAND ZAC n°1 de l'Aéroport Paris-Vatry 51 320 BUSSY-LETTREE

### Etude de dangers



19 Bis avenue Léon Gambetta  
92120 Montrouge

T+33 1 46 94 80 64

[www.b27.fr](http://www.b27.fr)  
[contact@b27.fr](mailto:contact@b27.fr)



# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS</b> .....	<b>6</b>
2.1	Schéma synthétique .....	7
2.2	Phénomènes dangereux.....	12
2.3	Mesures de maîtrise des risques .....	27
2.4	Cotation des risques .....	27
<b>3</b>	<b>IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS</b> .....	<b>29</b>
3.1	Présentation du site .....	29
3.2	Les enjeux humains à proximité du site .....	30
3.3	Les produits mis en œuvre dans l'entrepôt .....	31
<b>4</b>	<b>ANALYSE DES RISQUES</b> .....	<b>42</b>
4.1	Accidentologie .....	42
4.2	Application au site – Identification des phénomènes dangereux .....	54
4.3	Application au site – Evènements initiateurs de l'incendie .....	59
4.4	Nœuds papillons et fonctions de sécurité .....	71
4.5	Étude de la cinétique .....	76
<b>5</b>	<b>PHÉNOMENES DANGEREUX</b> .....	<b>81</b>
5.1	Étude des effets de surpression : l'explosion de la chaudière .....	81
5.2	Étude des effets thermiques : l'incendie d'une cellule .....	86
5.3	Étude des effets thermiques : l'incendie de 3 cellules .....	102
5.4	Étude des effets toxiques et des effets sur la visibilité des fumées .....	106
5.5	Mesures propres à réduire la probabilité et la gravité.....	113
<b>6</b>	<b>ÉVALUATION ET PRISE EN COMPTE DE LA GRAVITÉ ET DE LA PROBABILITÉ</b> .....	<b>121</b>
6.1	Cotation du niveau de probabilité et de gravité .....	121
6.2	Probabilité incendie .....	124
6.3	Gravité incendie.....	128
6.4	Cinétique incendie .....	130
6.5	Probabilité, gravité et cinétique du phénomène « Explosion de la chaufferie ».....	130
6.6	Matrice Probabilité x Gravité.....	131
6.7	Conclusions sur le niveau de risque .....	131
<b>7</b>	<b>NATURE ET ORGANISATION DES MOYENS DE SECOURS</b> .....	<b>132</b>
7.1	Mesures organisationnelles .....	132
7.2	Moyens de secours.....	133
<b>8</b>	<b>IMPACT FINANCIER DES MESURES DE PREVENTION</b> .....	<b>139</b>



## 1 INTRODUCTION

La gestion d'une entreprise comporte toujours des risques.

Des événements indésirables peuvent provoquer des nuisances importantes sur l'environnement du site.

Une identification des risques dès la phase de conception de l'outil industriel permet d'identifier les défaillances éventuelles pour en diminuer les effets et la fréquence d'occurrence.

Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi d'utiliser la méthode de l'analyse préliminaire des risques (APR).

L'approche des risques inclut des causes de deux ordres :

- Des causes d'origine externe (liées à l'environnement et aux infrastructures),
- Des causes d'origine interne (liées à l'activité).

L'APR nécessite l'identification des éléments dangereux présents sur le site (substances, équipements, activité). À partir de ces éléments dangereux, les situations de danger sont identifiées.

Pour chacune de ces situations de dangers, les causes et les conséquences sont recensées.

Sont ensuite définies les mesures de maîtrise des risques à mettre en place.

Le but de cette étude est de mettre en évidence les dispositifs de sécurité mis en place et de déterminer le niveau de risque du site.

Cette étude de dangers a été rédigée par Sébastien BACHELLERIE de la société B27 SDE en collaboration avec la société ARROW VATRY LAND.

## 2 RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS

Le projet consiste en la réalisation d'un bâtiment à usage d'entrepôt, d'activité et de bureaux d'une surface plancher totale de 31 387 m<sup>2</sup>.

Toutes les cellules de l'établissement pourront accueillir un stockage de produits combustibles.

Il est prévu un stockage maximum de 60 000 palettes d'un volume unitaire de 1,5 m<sup>3</sup> soit environ 90 000 m<sup>3</sup> de marchandises dans l'établissement.

Pour une moyenne de 500 kg par palette, les 60 000 palettes de marchandises entreposées représentent 30 000 tonnes de produits combustibles.

La grande majorité de ces produits seront des produits combustibles courants ne présentant pas d'autre danger que leur combustibilité.

Il est prévu également prévu que les cellules de l'établissement puissent accueillir un stockage d'alcools de bouche d'origine agricole (rubrique 4755) en mélange avec les produits combustibles courants.

Les alcools de bouche seront stockés sur des palettes, elles-mêmes stockées sur des racks. Les alcools de bouche pourront être entreposés sur toute la hauteur de stockage (10,75 m).

Parmi ces palettes, le volume maximal d'alcools de bouche de titre alcoométrique supérieur à 40% (rhums, cocktails, etc...) sera égal à 1 698 m<sup>3</sup>.

Enfin, la cellule 3 pourra accueillir un stockage de liquides inflammables classés sous les rubriques 1436, 4330, 4331 et 4734 de la nomenclature des ICPE.

L'accidentologie sur les accidents impliquant des entrepôts indique que la quasi-totalité des accidents sont des incendies, justifiés par la présence systématique de matières combustibles constituant le risque essentiel de ce genre d'installations.

Compte tenu des conclusions de l'accidentologie, de la configuration du bâtiment et de la nature de produits stockés, nous avons étudié et modélisé :

- Les effets thermiques en cas d'incendie (dans l'ensemble du bâtiment),
- Le risque toxique dû à la propagation dans l'air de produits dangereux pour la santé (notamment suite à un incendie).

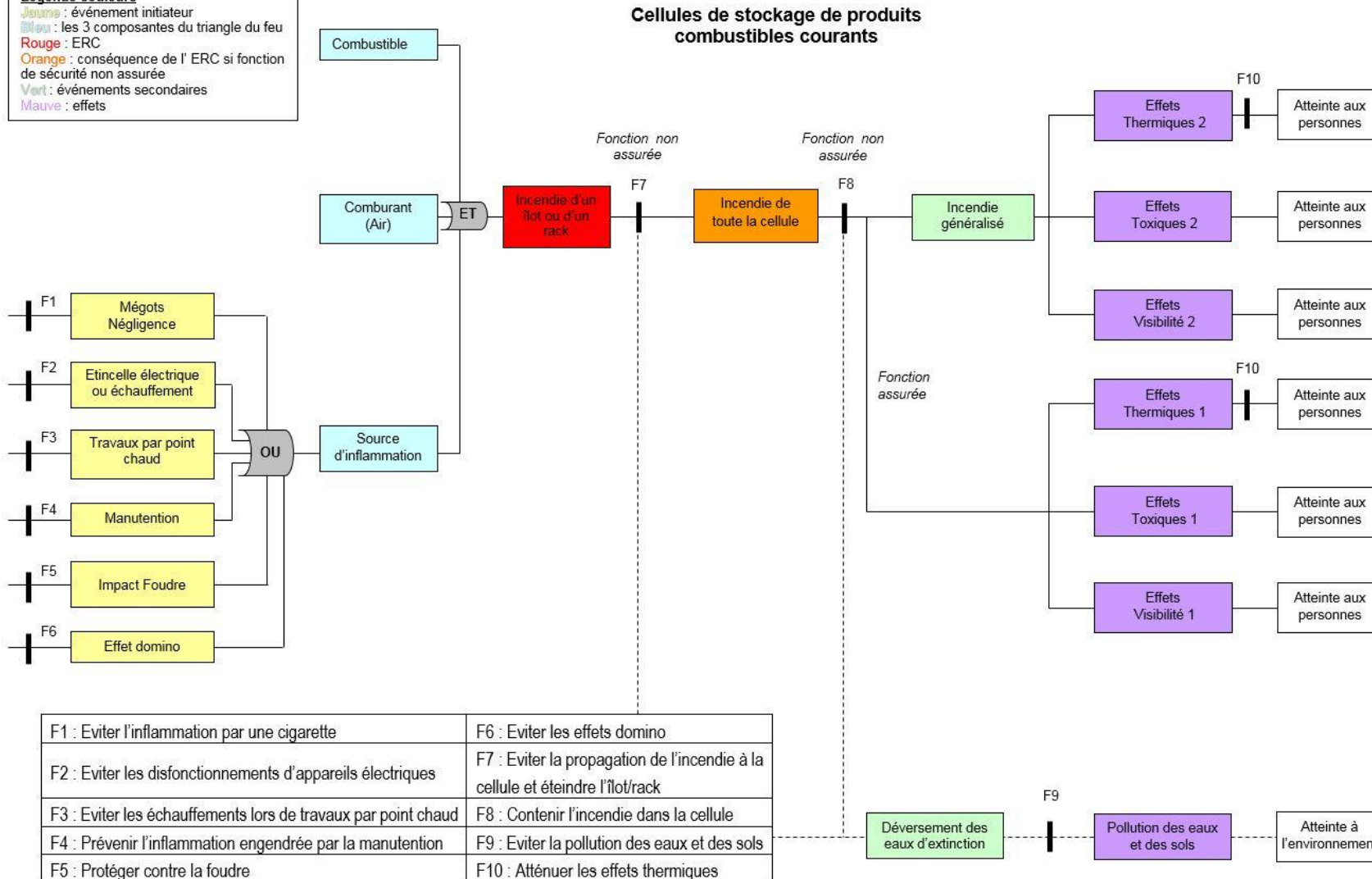
## 2.1 Schéma synthétique

Les fonctions de sécurité ont pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité. Les fonctions de sécurité peuvent être assurées à partir de mesures de maîtrise des risques techniques, organisationnelles ou la combinaison des deux.

Sur les schémas nœud papillon ci-après apparaissent :

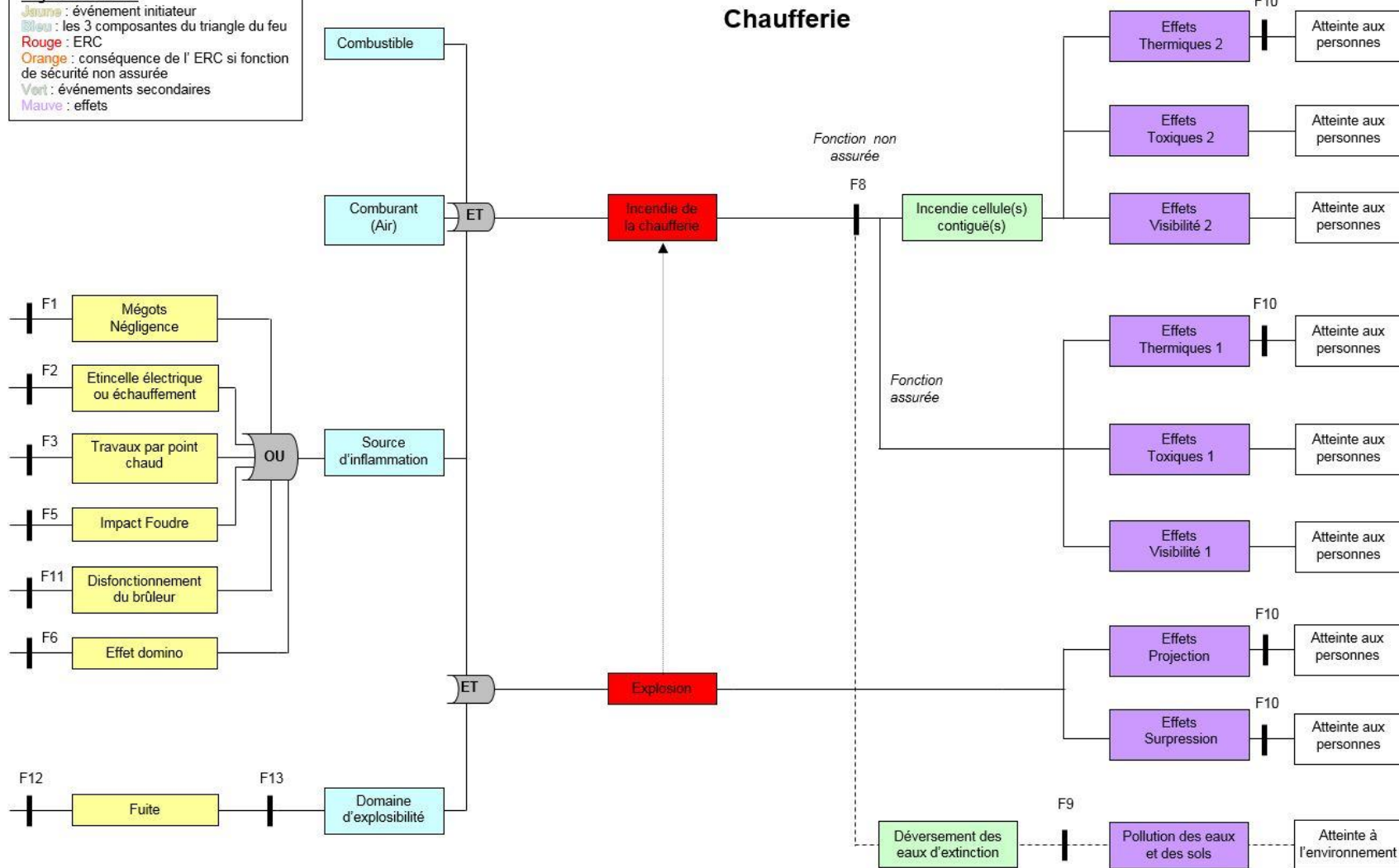
- L'événement redouté central (ERC), au centre de l'enchaînement accidentel. Pour un entrepôt, il s'agit de l'incendie d'un îlot de stockage.
- Les événements initiateurs, qui constituent une cause du déclenchement de l'ERC. Ils sont situés en amont, à l'extrémité gauche du schéma.
- Les phénomènes dangereux, source potentielle de dommages.
- Les effets des phénomènes dangereux (thermique, toxique...).
- Les fonctions de sécurité identifiées.

**Légende couleurs**  
 Jaune : événement initiateur  
 Bleu : les 3 composantes du triangle du feu  
 Rouge : ERC  
 Orange : conséquence de l' ERC si fonction de sécurité non assurée  
 Vert : événements secondaires  
 Mauve : effets





**Légende couleurs**  
 Jaune : événement initiateur  
 Bleu : les 3 composantes du triangle du feu  
 Rouge : ERC  
 Orange : conséquence de l' ERC si fonction de sécurité non assurée  
 Vert : événements secondaires  
 Mauve : effets



**Cellule de stockage**

**Fonctions de sécurité**

F1 : Eviter l'inflammation par une cigarette
F2 : Eviter les dysfonctionnements d'appareils électriques
F3 : Eviter les échauffements lors de travaux par point chaud
F4 : Prévenir l'inflammation engendrée par la manutention
F5 : Protéger contre la foudre
F6 : Eviter les effets domino
F7 : Eviter la propagation de l'incendie à la cellule et éteindre l'îlot/rack
F8 : Contenir l'incendie dans la cellule
F9 : Eviter la pollution des eaux et des sols
F10 : Atténuer les effets thermiques

Dispositifs de sécurité par fonction	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Hauteur de stockage adaptée							X			
Interdiction de fumer	X									
Matériel électrique conforme et entretenu		X			X					
Interrupteur coupure énergie		X								
Permis intervention			X							
Permis feu			X							
Chariots entretenus et formation des caristes				X						
Protection foudre					X					
Nettoyage régulier des abords du site						X				
Eloignement par rapport aux activités extérieures						X				
Conformité aux arrêtés de prescriptions générales						X				
Ecrans thermiques (murs)						X				X
Intervention du personnel avec extincteur							X			
Intervention du personnel avec RIA							X			
Système de désenfumage							X	X		
Eloignement des racks entre eux							X			
Extinction automatique faisant office de détection							X			
Intervention du personnel avec RIA/extincteurs sur les quais							X			
Intervention des services de secours dont colonnes sèches							X	X		X
Compartmentage (murs et PCF 2h)								X		
Collecte et rétention des eaux incendie									X	
Résistance mécanique des murs des cellules								X		

**Chaufferie**

**Fonctions de sécurité**

F1 : Eviter l'inflammation par une cigarette
F2 : Eviter les dysfonctionnements d'appareils électriques
F3 : Eviter les échauffements lors de travaux par point chaud
F5 : Protéger contre la foudre
F6 : Eviter les effets domino
F8 : Contenir l'incendie
F9 : Eviter la pollution des eaux et des sols
F10 : Atténuer les effets thermiques et de surpression
F11 : Eviter l'inflammation par le brûleur
F12 : Eviter les fuites de gaz
F13 : Eviter une accumulation de gaz

Dispositifs de sécurité par fonction	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Interdiction de fumer	X												
Matériel électrique conforme et entretenu		X		X									
Interrupteur coupure énergie		X											
Permis intervention			X							X			
Permis feu			X										
Protection foudre				X									
Nettoyage régulier des abords de bâtiments					X								
Eloignement par rapport aux activités extérieures					X								
Conformité aux arrêtés de prescriptions générales					X								
Ecrans thermiques (murs)					X			X					
Intervention du personnel avec extincteur						X							
Système de désenfumage						X							
Intervention des services de secours						X							
Compartimentage (murs et PCF 2h)						X							
Collecte et rétention des eaux incendie							X						
Capot de protection									X				
Brûleurs à démarrage séquentiel									X				
Protection contre les agressions mécaniques										X			
Contrôle régulier étanchéité										X			
Ventilation											X		
Vanne de coupure manuelle gaz											X		
Système de détection gaz permettant en cas de fuite de couper automatiquement l'alimentation électrique et l'arrivée en combustible											X		
Alerte défaut													X

## 2.2 Phénomènes dangereux

### 2.2.1 Explosion d'une chaudière

Dans la chaufferie, une fuite de gaz se développe

L'objectif de l'étude est de déterminer les effets de surpression perçus par l'environnement lors d'une explosion dans la chaufferie.

La méthode de calcul utilisée est le modèle multi-énergie.

En ce qui concerne les effets sur l'homme, les valeurs retenues correspondent aux valeurs de référence relatives aux seuils d'effet thermiques définies dans l'arrêté du 29 septembre 2005.

En ce qui concerne les effets sur les structures, la valeur référence retenue dans la modélisation correspond au seuil des effets domino :

#### Seuils d'effets de surpression : effets sur l'homme (arrêté du 29 septembre 2005)

Rayonnement reçu	Conséquences
20 mbar	Seuil des effets irréversibles délimitant la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme
50 mbar	Seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine
140 mbar	Seuil des effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine
200 mbar	Seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine

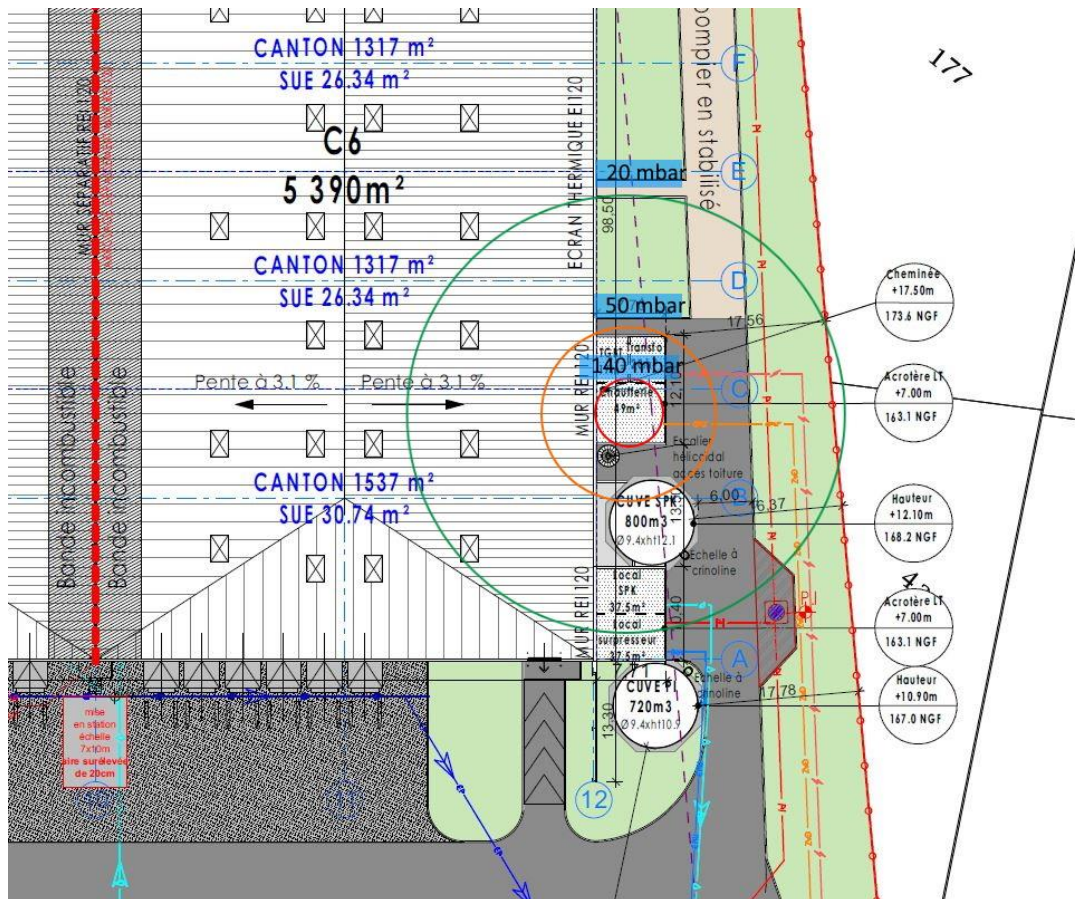
#### Seuils d'effets de surpression : effets sur les structures (arrêté du 29 septembre 2005)

Rayonnement reçu	Conséquences
20 mbar	Seuil des destructions de vitres significatives
50 mbar	Seuil des dégâts légers sur les structures
140 mbar	Seuil des dégâts graves sur les structures
200 mbar	Seuil des effets domino
300 mbar	Seuil des dégâts très graves sur les structures

Le tableau présentant les distances d'effets aux différents seuils de surpression sont recensées dans le tableau ci-dessous.

Supression	Distance d'effets
20 mbar	27,1 mètres
50 mbar	10,9 mètres
140 mbar	4,3 mètres
200 mbar	A l'intérieur du local uniquement

La distance entre la chaufferie et les limites de la propriété est de 20 m. Les zones SEI (50 mbar) et SEL (140 mbar) ne sortent donc pas des limites de propriété.



Carte des distances d'effets de surpression de la chaufferie

## 2.2.2 Incendie d'une cellule de produits combustibles courants

Dans une des cellules du bâtiment, un incendie se développe.

L'objectif de l'étude est de déterminer les flux thermiques perçus par différentes surfaces exposées au rayonnement généré par un incendie dans une cellule.

Les modélisations ont été réalisées à partir du logiciel FLUMILOG qui a été développé par l'INERIS, le CNPP, le CTICM, l'IRSN et EFECTIS France à partir d'essais grandeur réelle pour la modélisation des incendies d'entrepôts.

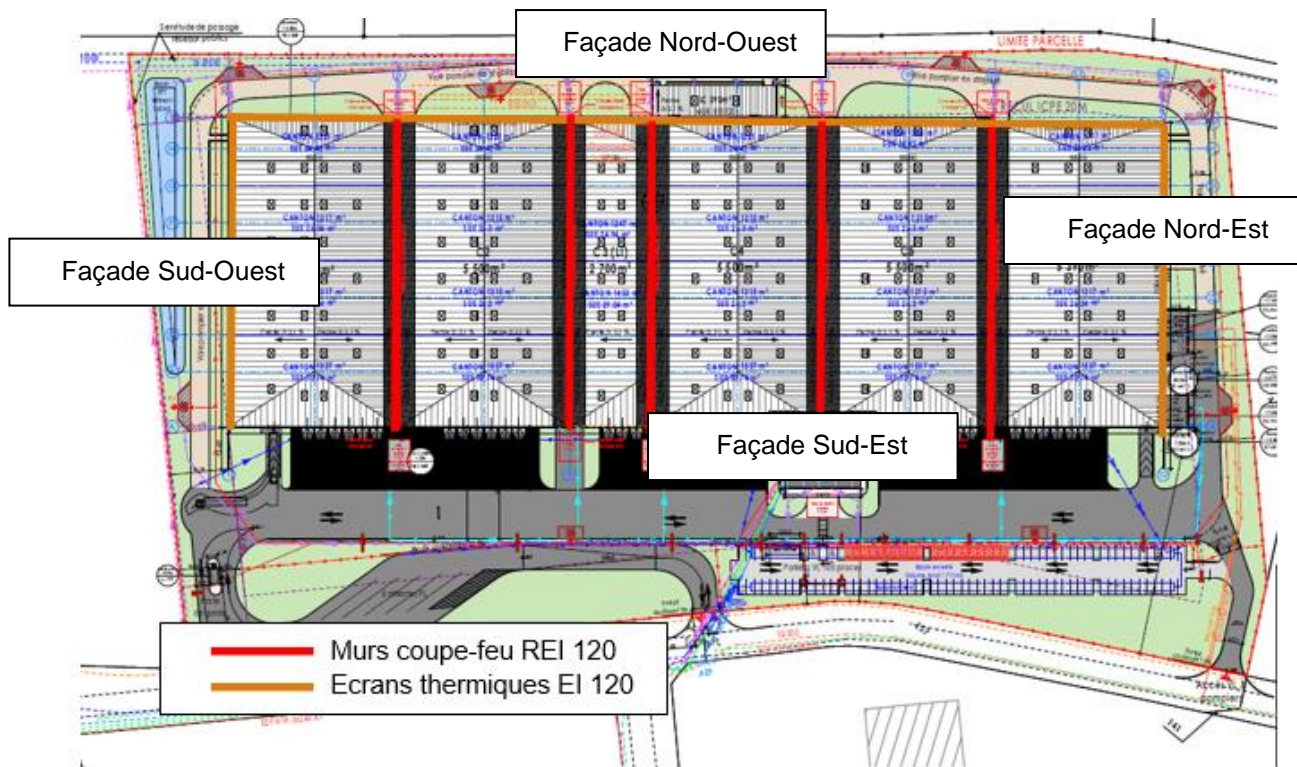
- **Données d'entrée**

Les calculs sont réalisés sur la base des dispositions constructives du projet.

	Cellules 1, 2 et 4	Cellule 3	Cellule 5
Longueur	100,5 m	100,5 m	98,0 m
Largeur	55,0 m	27,0 m	55,0 m
Hauteur sous bac moyenne	13,20 m	13,20 m	13,20 m

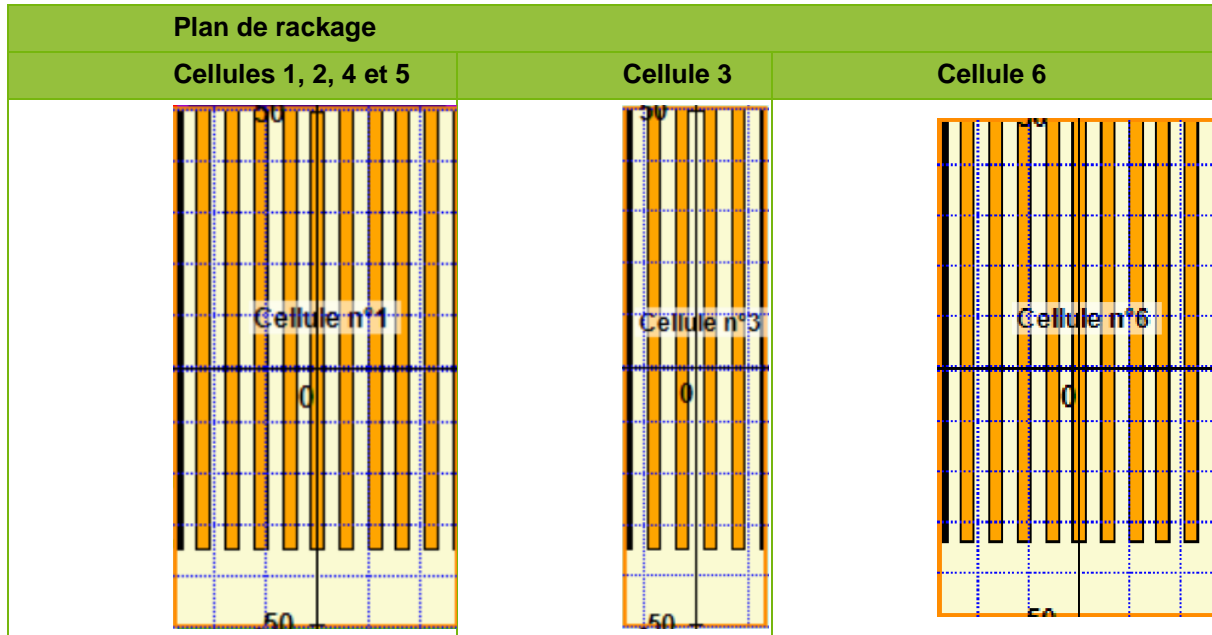
Résistance au feu des poutres	60 min
Résistance au feu des pannes	15 min
Matériaux constituant la couverture	Bac acier avec étanchéité multicouche
% d'exutoires en surface utile	2 %

Les modélisations ont été réalisées avec prise en compte des écrans thermiques REI 120 sur les façades Nord-Est, Nord-Ouest et Sud-Ouest du bâtiment.



*Emplacement des écrans thermiques coupe-feu 2h*

- **Mode de stockage dans les cellules**



- **Marchandises entreposées**

La hauteur de stockage maximale prise en compte pour la modélisation des flux thermiques dans les cellules est égale à 11,3 mètres.

Le guide d'application de l'arrêté ministériel du 11 avril 2017 indique en effet que pour les plastiques 2662 et 2663 on peut n'utiliser que la palette type 2662 et que pour le bois (1532), les papiers et cartons (1530) on peut n'utiliser que la palette type 1510.

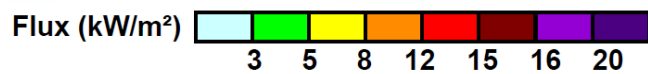
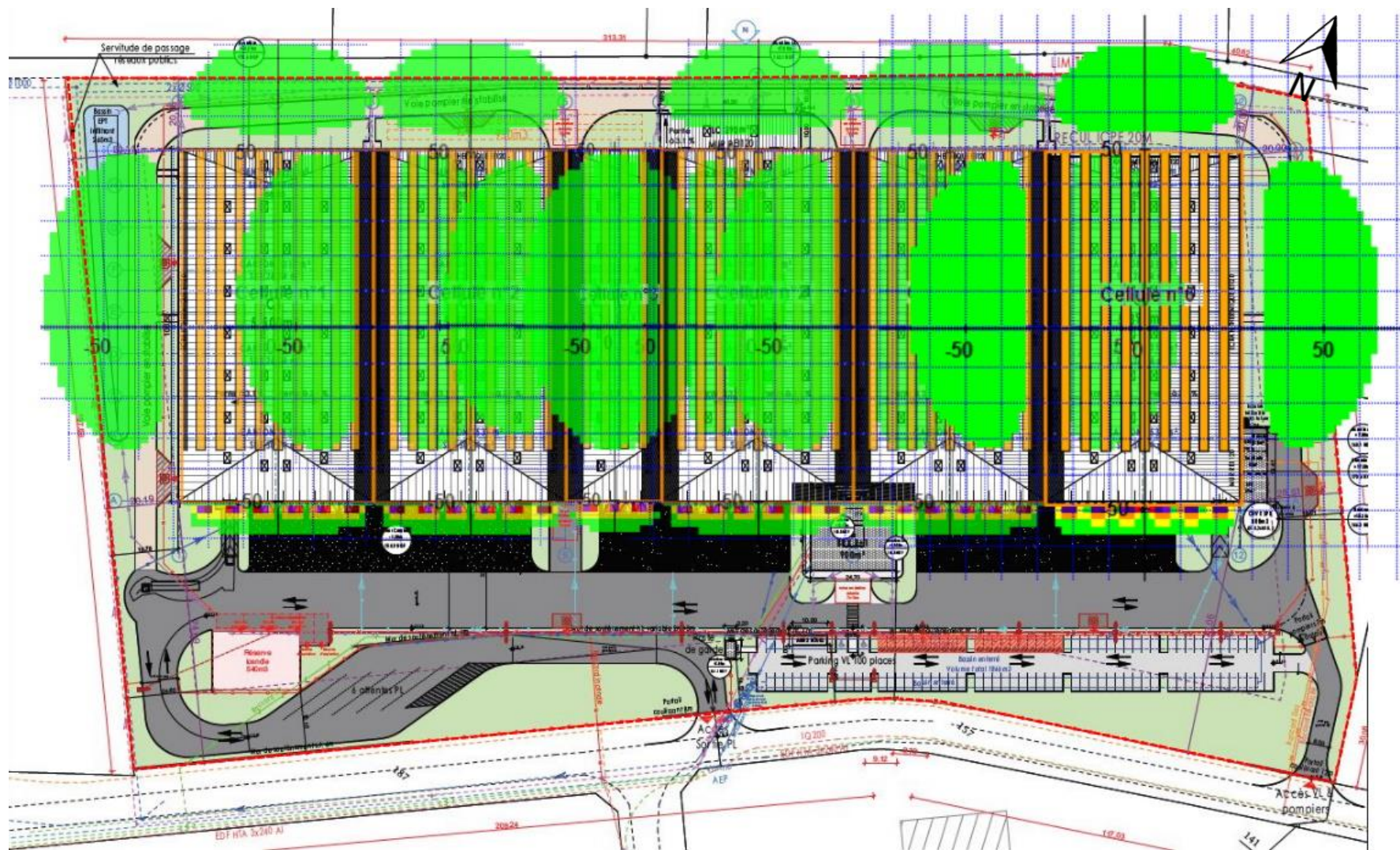
Pour chaque type de produits, la composition de la palette retenue pour la modélisation diffère :

- Modélisation 1510 : palette type 1510,
- Modélisation 1530 : palette type 1510,
- Modélisation 1532 : palette type 1510,
- Modélisation 2662 : palette type 2662,
- Modélisation 2663 : palette de 500 kg constituée de 225 kg polyéthylène, de 90 kg de PVC, 135 kg de caoutchouc et de 50 kg de bois.

La hauteur maximale de stockage est de 11,3 m sauf pour la rubrique 2662 où elle est limitée à 10 m.

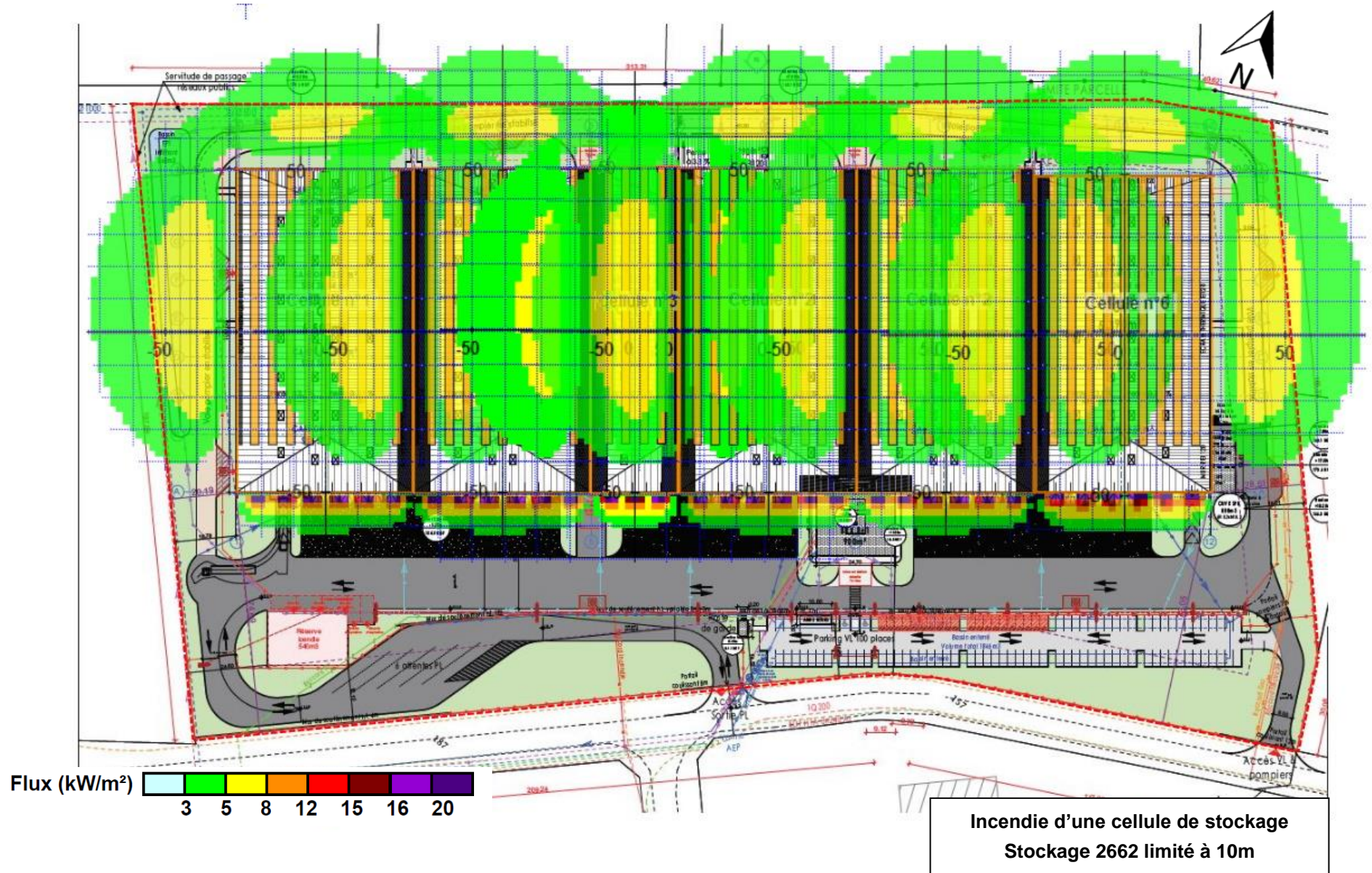
- **Résultats obtenus**

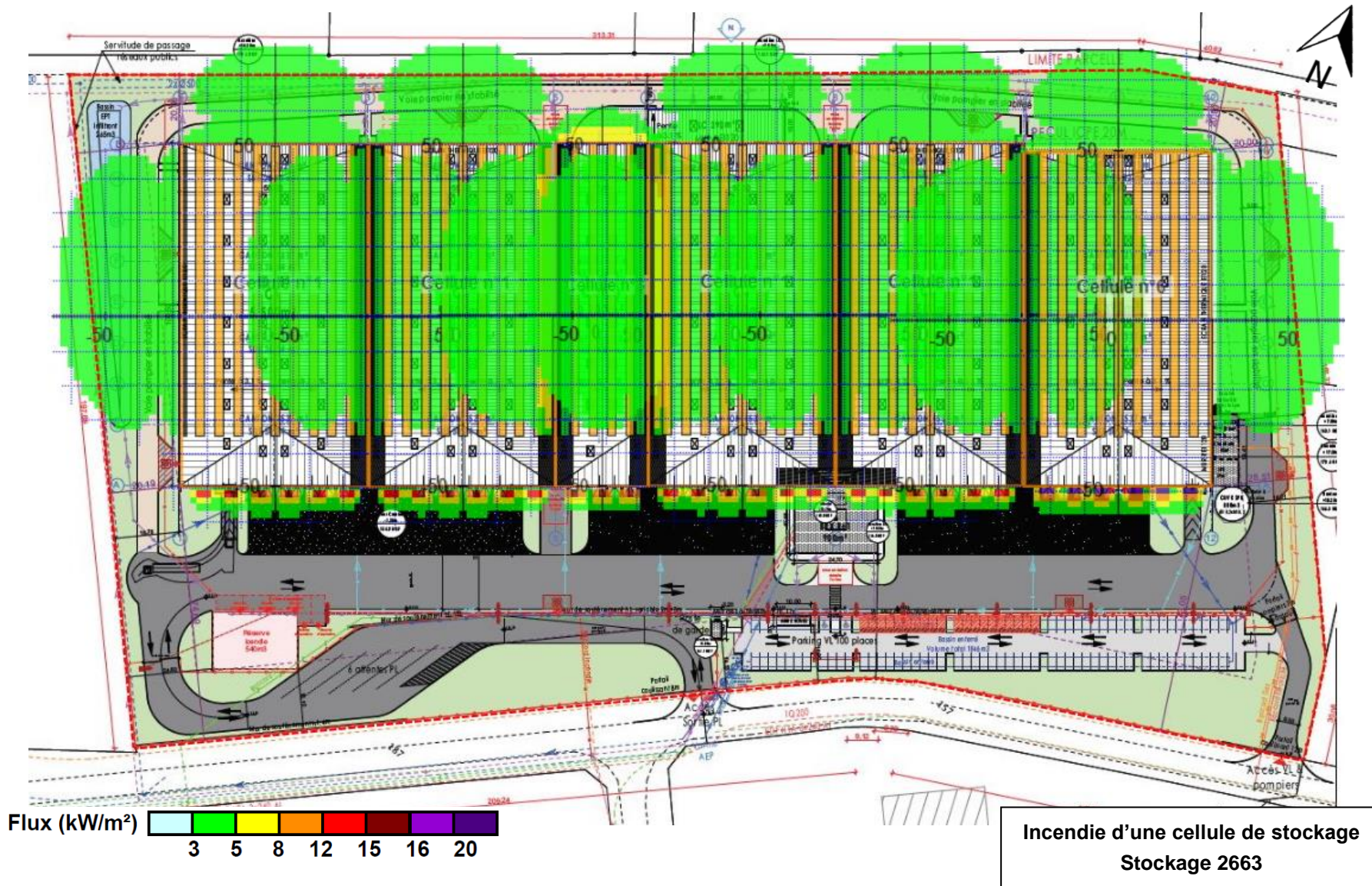
Les figures ci-dessous présentent les cartographies enveloppes des flux thermiques en cas d'incendie des différentes cellules du site en fonction de la nature des produits stockés :



Incendie d'une cellule de stockage  
Stockage 1510







- **Conclusion**

Pour les stockages 1510 et 2663, le flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup> est contenu dans les limites de propriétés.

Pour le stockage 2662 limité à 10 mètres, le flux de 5 kW/m<sup>2</sup> sort côté Nord-Est sur une surface d'environ 200 m<sup>2</sup>.

Ce terrain est actuellement non aménagé et peu fréquenté.

---

### 2.2.3 Incendie d'une cellule de stockage d'alcools de bouche

Pour l'incendie des cellules de stockage d'alcools de bouche, la modélisation a également été réalisée à partir de la méthode de calcul FLUMILOG V5.5.0.0 – outil de calcul V5.52.

Pour ce stockage, la taille de la cellule correspond à la zone de stockage des liquides inflammables

- **Modes de stockage dans la cellule**

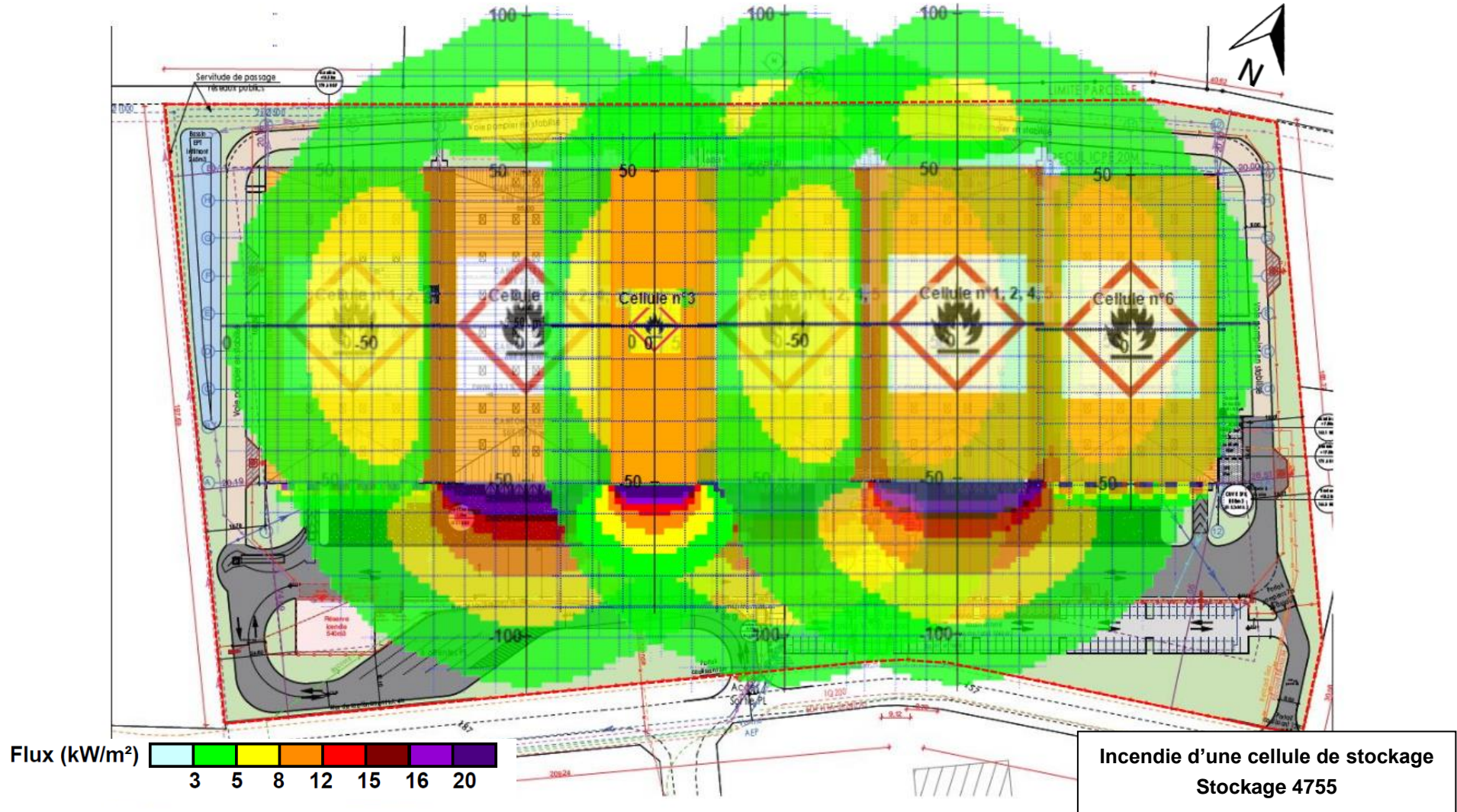
La modélisation est basée sur le stockage de liquides inflammables suivant :

Cellule	Stockage
Cellule 1	270 t
Cellules 2, 4 et 5	690 t
Cellule 3	500 t
Cellule 6	250 t

- **Marchandises entreposées**

Pour cette modélisation, la composition de la palette retenue est la palette type Liquides Inflammables.

- **Résultats obtenus**



- **Conclusion**

En cas d'incendie de cette cellule, le flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup> impacte environ 400 m<sup>2</sup> de terrain au Nord du site. Ce terrain est actuellement non aménagé et peu fréquenté.

---

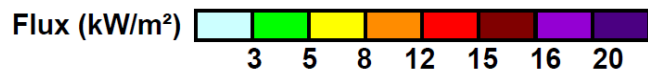
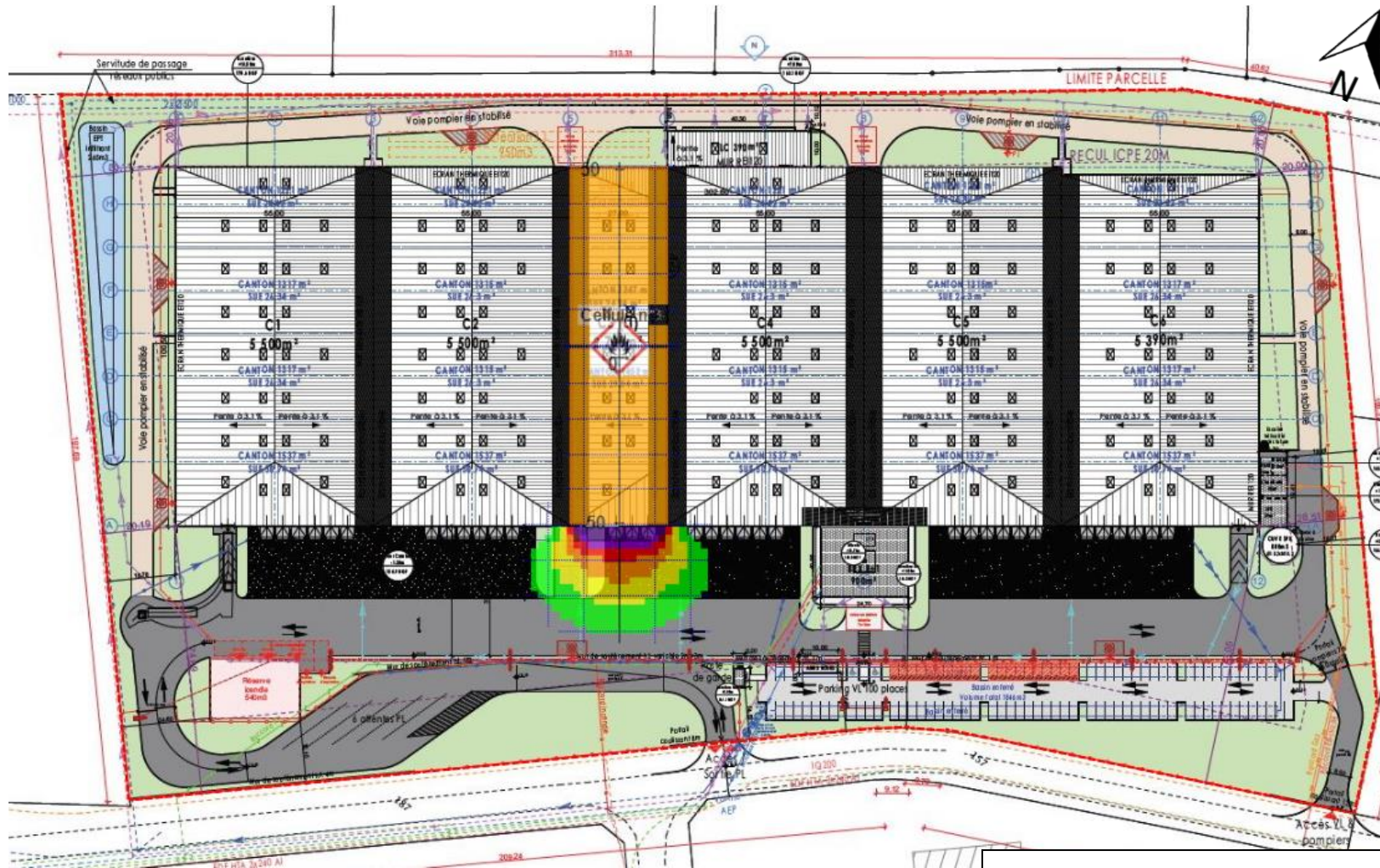
#### **2.2.4 Incendie de la cellule de stockage des liquides inflammables**

Pour l'incendie de la cellule de stockage des liquides inflammables, la modélisation a également été réalisée à partir de la méthode de calcul FLUMILOG V5.5.0.0 – outil de calcul V5.52.

Pour ce stockage, la taille de la cellule correspond à la zone de stockage des liquides inflammables

La modélisation est basée sur un stockage de 950 tonnes de liquides inflammables dans la cellule.

- **Résultats obtenus**



**Incendie d'une cellule de stockage  
Stockage liquides inflammables**

- **Conclusion**

L'ensemble des flux thermiques sont contenus dans les limites de propriété.

## 2.2.5 Incendie de trois cellules de stockage

### 2.2.5.1 Note FLUMILOG

Selon la note FAQ FLUMILOG du 01/12/2020 (disponible en annexe de la présente étude), comparer la durée de feu calculé par FLUMILOG avec la durée de résistance au feu des parois afin de juger de la possibilité de la propagation d'un incendie est une approche trop prudente. En effet, une telle approche ne prend pas en compte la nature réelle de l'agression thermique sur la paroi. Afin de limiter le caractère majorant de cette approche et considérant qu'à ce jour le logiciel FLUMILOG ne permet pas de caractériser précisément l'agression thermique sur la paroi, une approche par typologie de combustible est proposée par FLUMILOG.

La synthèse de l'approche par typologie de combustible est la suivante :

Nature du stockage	Conditions nécessaires	Modélisation de la propagation si la durée de feu calculée par Flumilog est supérieure à la durée de tenue théorique des parois séparatives
Produits 1511	-	Non
Produits 1510	Résistance de la toiture inférieure à 30 min Pas de stockage densifié Surface inférieure à 12 000 m <sup>2</sup> Hauteur inférieure à 23 m	Non
Produits 2662	-	Oui
Palettes expérimentales ou par composition	Comparaison de la puissance et charge calorifique à celles des produits 1511 et 1510 et application des règles correspondantes	Selon P et CC palette. Si règles 1510, application des mêmes restrictions
Liquides inflammables et/ou aérosols	-	Oui

Les durées de feu calculées par le logiciel FLUMILOG pour les produits étudiés sont les suivantes (issues des modélisations du paragraphe 3.2) :

Produits	Durée incendie		
	C1, C2, C4, C5	C3	C6
4755	14,8 à 37,8 min	55,8 min	14,1 min
Liquides inflammables	-	100,5 min	-
1510	131 min	127 min	129 min
2662 (10m)	94 min	87 min	89 min

2663	162 min	158 min	160 min
------	---------	---------	---------

Il résulte que pour la rubrique 1510, la modélisation de la propagation n'est pas recommandée.

L'établissement étant composé uniquement de murs coupe-feu REI 120 d'une durée de résistance au feu 2h et conformément aux préconisations de FLUMILOG il n'est pas nécessaire d'étudier la propagation d'un incendie pour les rubriques 4755, liquides inflammables, et 2662.

Pour la rubrique 2663, la palette utilisée étant une palette par composition, il faut comparer la puissance thermique et la charge calorifique de la palette avec celles de la palette type 1510.

Palette	Puissance thermique (P)	Charge calorifique (CC)
2663	1 234 kW	5 649 MJ
1510	1 525 kW	4 117 MJ

On a  $P_{2663} \leq P_{1510}$  mais  $CC_{2663} > CC_{1510}$ . Ce cas n'est pas étudié dans la FAQ FLUMILOG. On modélisera donc la propagation de l'incendie.

### 2.2.5.2 Incendie de trois cellules de produits 2663

Ce scénario est basé sur l'hypothèse d'une transmission de l'incendie d'une cellule aux deux cellules voisines. Nous considérons donc l'incendie simultané de trois cellules de stockage.

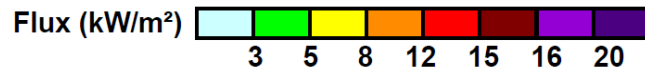
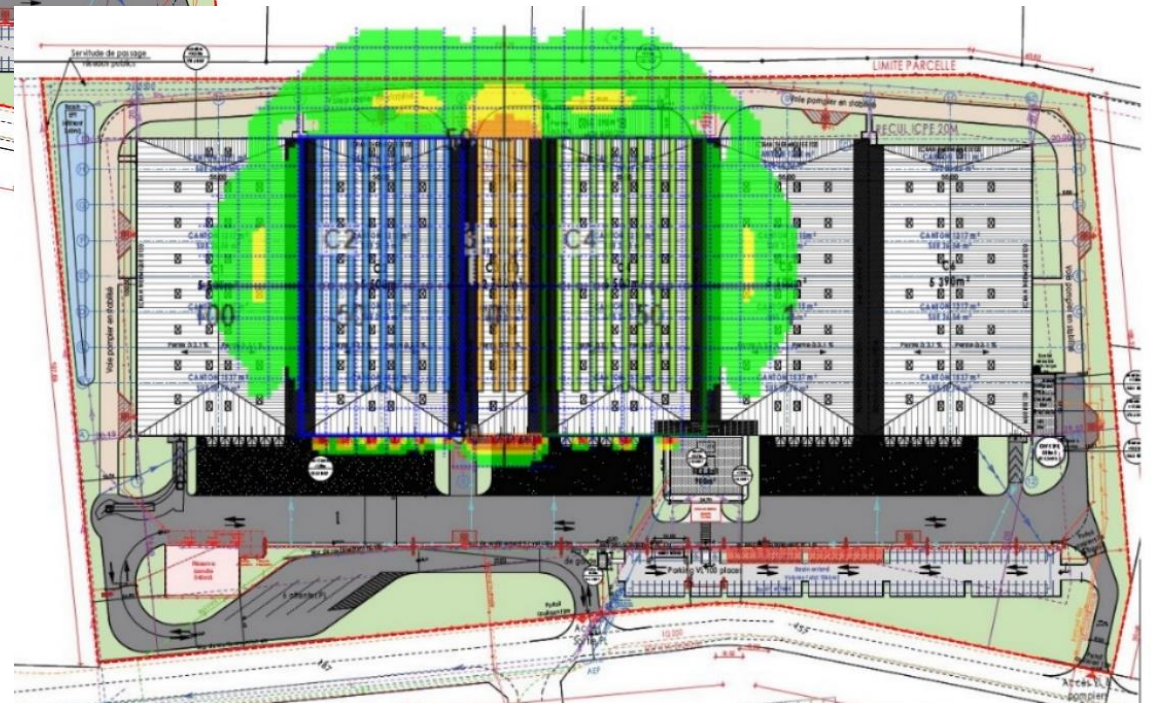
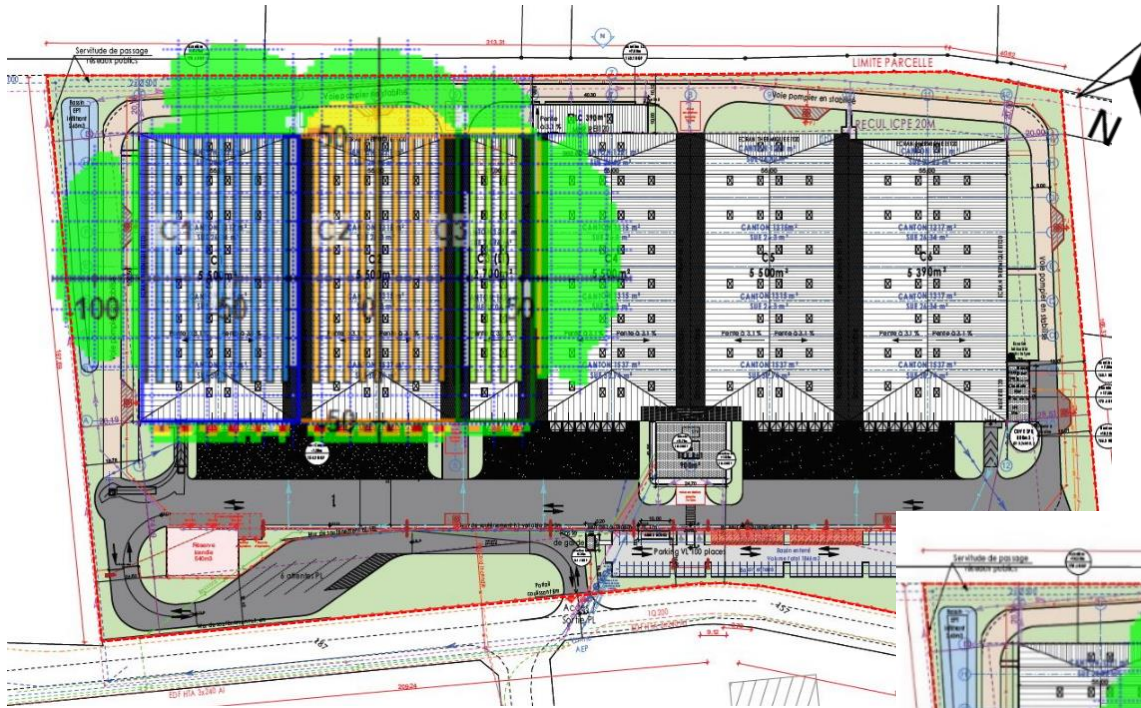
La méthode de calcul utilisée est la même que pour une seule cellule : la modélisation a été basée sur le logiciel FLUMILOG. Le logiciel permet de modéliser la propagation dans le temps de l'incendie de la première cellule vers les cellules voisines.

Les flux ont été modélisés pour :

- Incendie des cellules 1, 2 et 3 (équivalent 3, 4 et 5 par symétrie horizontale),
- Incendie des cellules 4, 5 et 6,
- Incendie des cellules 2, 3 et 4.

Les distances maximales de perception des flux thermiques à partir des murs périphériques du bâtiment sont visualisables sur les schémas ci-dessous :





**Incendie de 3 cellules de stockage**  
**Palette type 2663**  
**Cellules 1/2/3 et 2/3/4**



### 2.2.6 La dispersion des fumées

Le risque toxique est lié à la dispersion des fumées de combustion lors d'un éventuel incendie sur le site.

Les modélisations ont été réalisées en recherchant à modéliser la dispersion de produits toxiques émis en cas d'incendie dans une cellule.

Ces modélisations montrent qu'il n'existe pas de risque de dépassement des seuils de toxicité autour des bâtiments.

Les éléments toxiques susceptibles d'être emportés dans les fumées ont en effet toutes les chances de se disperser sans engendrer de risques toxiques aux alentours ni à des distances élevées du site.

Il n'existe donc pas de risque pour les populations avoisinantes.

## 2.3 Mesures de maîtrise des risques

Les mesures de maîtrise des risques sont un ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité.

Une mesure de maîtrise des risques peut être assurée par un ou plusieurs dispositifs de sécurité :

- Il sera strictement interdit de fumer sur le site afin d'éviter l'inflammation par une cigarette,
- Les installations électriques feront l'objet d'un contrôle annuel par une société spécialisée afin d'éviter les dysfonctionnements,
- L'interdiction d'apporter une flamme nue sur site et l'obligation du permis feu seront affichées afin d'éviter les échauffements par point chaud,
- Les engins de levage feront l'objet d'une maintenance semestrielle effectuée par le fournisseur pour prévenir l'inflammation lié à la manutention,
- Les bâtiments seront équipés d'une installation de protection contre la foudre,
- Des moyens de secours (extincteurs, RIA et installation sprinkler) permettront d'éviter la propagation à la cellule voisine et d'éteindre les îlots/racks,
- Des mesures de maîtrise des risques (désenfumage, poteaux incendie, colonnes sèches, compartimentage) permettront de contenir l'incendie dans la cellule,
- Les eaux d'extinction incendie seront retenues dans un ouvrage de confinement étanche afin d'éviter la pollution des eaux et des sols,
- Le site sera clôturé et placé sous gardiennage 24h/24 et 7j/7 afin de lutter contre la malveillance.

## 2.4 Cotation des risques

A l'issue de l'analyse, chaque scénario identifié est positionné sur la matrice Probabilité x Gravité ci-dessous :

Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque (note 1)	PROBABILITE (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux			Incendie d'une cellule de stockage de produits courants  Incendie d'une cellule de stockage d'alcools de bouche		
Modéré		Incendie de trois cellules de stockage			

La cotation nous montre que tous les événements présentent une gravité **sérieuse**.  
Toutes les mesures ont été prises pour obtenir un niveau de risque aussi bas que possible.

### 3 IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS

#### 3.1 Présentation du site

Le projet consiste en la réalisation d'un bâtiment à usage d'entreposage, d'activité et de bureaux d'une Surface Plancher totale de 31 387 m<sup>2</sup>.

Toutes les cellules de l'établissement pourront accueillir un stockage de produits combustibles.

Il est prévu un stockage maximum de 60 000 palettes d'un volume unitaire de 1,5 m<sup>3</sup> soit environ 90 000 m<sup>3</sup> de marchandises dans l'établissement.

Pour une moyenne de 500 kg par palette, les 90 000 m<sup>3</sup> de marchandises entreposées représentent 30 000 tonnes de produits combustibles.

La capacité maximale de stockage du site sera de 60 000 palettes de 1,5 m<sup>3</sup> soit 30 000 t de marchandises combustibles. Les produits stockés seront des produits divers classés sous les rubriques 1510, 1530, 1532, 2662, 2663-1 et 2663- 2 et ne présentant pas d'autres risques que leur combustibilité.

Il est également prévu que les cellules de l'établissement puissent accueillir un stockage d'alcools de bouche d'origine agricole (rubrique 4755) en mélange avec les produits combustibles courants.

Les alcools de bouche seront stockés sur des palettes, elles-mêmes stockées sur des racks. Les alcools de bouche pourront être entreposés sur toute la hauteur de stockage (10,75 m).

Le nombre d'équivalents palettes d'alcool de bouche stocké sur le site sera de l'ordre de 2 878.

Le poids moyen d'une palette d'alcool de bouche est en moyenne de 900 kg et chaque palette contient en moyenne 590 l de liquide.

Parmi ces palettes, le volume maximal d'alcools de bouche de titre alcoométrique supérieur à 40% (rhums, cocktails, etc...) sera égal à 1 698 m<sup>3</sup>.

Il est prévu la possibilité d'organiser le stockage suivant dans la cellule 3 de produits inflammables (rubriques 1436, 1450, 4330, 4331 et 4734).

Tous les produits seront stockés selon les règles de compatibilité.

D'une manière générale les différentes étapes de l'activité logistique qui sera exercée sur le site sont :

- La réception des produits avec un approvisionnement par poids lourds,
- Le stockage des produits,
- La préparation des commandes,
- L'expédition des produits par route par poids lourds.

Seuls des produits emballés seront manipulés, aucun stockage de type vrac ne sera effectué. Les produits stockés seront placés sur des palettes qui seront rangées dans les zones d'entreposage.

La mise en place d'un système informatisé de gestion du site permettra de tenir à jour un état des marchandises stockées avec leur localisation dans le bâtiment.

Le principal risque lié à ce type d'activité est l'incendie du fait de la nature des produits stockés. Les produits de grande consommation ne présentent pas de danger en soit mais leur combustibilité ramenée à l'échelle du stockage présente un risque d'incendie de grande ampleur.

### 3.2 Les enjeux humains à proximité du site

Le bâtiment objet du présent dossier s'inscrit dans le cadre du développement de la ZAC n°1 de l'aéroport de Paris-Vatry.

Le projet d'aménagement de la société ARROW VATRY LAND va s'implanter sur un terrain de 66 621 m<sup>2</sup>.

Le terrain d'assiette du projet est délimité :

- A l'Est, par d'autres bâtiments de la ZAC n°1 de l'aéroport Paris-Vatry,
- Au Nord et à l'Ouest, par des terrains agricoles,
- Au Sud par un bâtiment de la ZAC n°1 de l'aéroport Paris-Vatry puis par l'aéroport Paris-Vatry.

L'établissement recevant du public (ERP) le plus proche est l'aéroport Paris-Vatry, et notamment son bâtiment qui héberge le magasin de location de voiture AVIS et le restaurant BEFLY. Ce bâtiment se situe à environ 600 m<sup>2</sup> au Sud-Ouest du site.

L'établissement sensible le plus proche est l'Ecole élémentaire de Sommesous qui se trouve à environ 5 kilomètres au Sud du site.

Les premières habitations sont celles de Sommesous à environ 4,6 km au Sud du site et celles de Bussy-Lettrée, situées à environ 5 km au Nord-Est du site.

La carte ci-après présente les alentours du projet.



Carte des alentours du projet

### 3.3 Les produits mis en œuvre dans l'entrepôt

#### 3.3.1 Stockage de matières combustibles courantes

Toutes les cellules de l'établissement pourront accueillir un stockage de produits combustibles.

La grande majorité de ces produits seront des produits combustibles courants ne présentant pas d'autre danger que leur combustibilité.

Ces produits combustibles courants classables au titre des rubriques 1510, 1530, 1532, 2662 et 2663 pourront être, par exemple :

- Des pièces détachées automobiles,
- Des produits pharmaceutiques et cosmétiques,
- Des textiles,
- De la maroquinerie,
- Des produits alimentaires secs,
- De l'électroménager,
- Des livres, des disques, des cassettes,
- Des articles de sport,

- Des articles de bricolage,
- Du mobilier,
- Du matériel informatique,
- ...

Cette liste donnée à titre indicatif n'est pas exhaustive. Toutes autres marchandises non citées ici mais classées sous des rubriques autorisées pourront être entreposées dans l'entrepôt.

- **Agencement d'une cellule, densité de stockage**

Les cellules de l'entrepôt seront aménagées en zone de stockage (racks ou mase) et zone de préparation. Au droit de la façade Sud-Est de l'établissement, une zone de préparation de commande de 15 mètres de large sera conservée libre de rack.

Dans cette zone, le stockage en masse est envisageable sur deux hauteurs de palettes. Sur le reste de la profondeur des cellules, l'espace sera occupé par des racks ou de la masse.

Dans le cas du stockage sur racks, la densité de stockage sera de l'ordre de 2 palettes/m<sup>2</sup>, pour une hauteur sous poutre minimale de 10,75 mètres qui permettra le stockage sur 6 niveaux (sol + 5).

A titre indicatif, en équivalent palettes complètes, le nombre de palettes de marchandises combustibles courantes stockées dans le bâtiment sera donc de l'ordre de 60 000.

Le poids moyen d'une palette étant de l'ordre de 500 kg (matières combustibles), le poids total de matière combustible dans le bâtiment sera de 30 000 tonnes.

La demande concerne les rubriques 1510, 1530, 1532, 2662 et 2663 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement. Le stockage maximal envisagé dans le bâtiment consiste en :

- 60 000 équivalents palettes de 500 kg soit une quantité maximale entreposée sur le site égale à 48 000 t de produits classés sous la rubrique 1510,
- **ou** en 60 000 équivalents palettes de papier ou carton classé sous la rubrique 1530 (une palette présentant un volume de 1,5 m<sup>3</sup>), le stockage maximal de produits classés sous la rubrique 1530 est égal à 90 000 m<sup>3</sup>,
- **ou** en 90 000 m<sup>3</sup> de bois classé sous la rubrique 1532,
- **ou** en 60 000 équivalents palettes de polymères (matières plastiques, caoutchouc, élastomères, résines et adhésifs synthétiques à l'état intermédiaires ou sous forme des matières premières) classés sous la rubrique 2662 (une palette présentant un volume de 1,5 m<sup>3</sup>), le stockage maximal de produits classés sous la rubrique 2662 est égal à 90 000 m<sup>3</sup>,
- **ou** en 60 000 équivalents palettes de produits dont 50% au moins de la masse totale unitaire est composée de polymères alvéolaires (une palette présentant un



volume de 1,6 m<sup>3</sup>), le stockage maximal de produits classés sous la rubrique 2663-1 est égal à 96 000 m<sup>3</sup>,

- **ou** en 60 000 équivalents palettes de produits dont 50% au moins de la masse totale unitaire est composée de polymères (une palette présentant un volume de 1,6 m<sup>3</sup>), le stockage maximal de produits classés sous la rubrique 2663-2 est égal à 96 000 m<sup>3</sup>.

Quelle que soit la répartition future dans les cellules entre les différentes rubriques 1510, 1530, 1532, 2662, 2663-1 et 2663-2, la quantité de produits entreposés sera limitée à 30 000 t.

- **Quantité de produits par cellule**

	Surface la cellule	Nombre d'équivalents palettes complètes de marchandises combustibles	Quantité de produits stockés
Cellule 1	5 500 m <sup>2</sup>	11 000 palettes	5 500 t
Cellule 2	5 500 m <sup>2</sup>	11 000 palettes	5 500 t
Cellule 3	2 700 m <sup>2</sup>	6 000 palettes	3 000 t
Cellule 4	5 500 m <sup>2</sup>	11 000 palettes	5 500 t
Cellule 5	5 500 m <sup>2</sup>	11 000 palettes	5 500 t
Cellule 6	5 390 m <sup>2</sup>	10 000 palettes	5 000 t
<b>TOTAL SITE</b>	<b>30 090 m<sup>2</sup></b>	<b>60 000 palettes</b>	<b>30 000 t</b>

- **Pouvoir calorifique**

Le programme pouvant être destiné à des produits non identifiés à ce jour, nous avons choisi une analyse optimum du pouvoir calorifique.

Nature des produits	Charge calorifique	Proportion	Charge calorifique résultante
Alimentaire sec	8 000 MJ/m <sup>2</sup>	10 %	800 MJ/m <sup>2</sup>
Matériel informatique	20 000 MJ/m <sup>2</sup>	5 %	1 000 MJ/m <sup>2</sup>
Textiles	11 000 MJ/m <sup>2</sup>	10 %	1 100 MJ/m <sup>2</sup>
Pièces automobiles	10 000 MJ/m <sup>2</sup>	10 %	1 000 MJ/m <sup>2</sup>
Librairie, disques	15 000 MJ/m <sup>2</sup>	10 %	1 500 MJ/m <sup>2</sup>
Électroménager	20 000 MJ/m <sup>2</sup>	10 %	2 000 MJ/m <sup>2</sup>
Mobilier	12 500 MJ/m <sup>2</sup>	5 %	625 MJ/m <sup>2</sup>
Produits de la maison	20 000 MJ/m <sup>2</sup>	5 %	1 000 MJ/m <sup>2</sup>
Produits de bazar	15 000 MJ/m <sup>2</sup>	35 %	5 250 MJ/m <sup>2</sup>

<b>TOTAL</b>		<b>100 %</b>	<b>14 275 MJ/m<sup>2</sup></b>
--------------	--	--------------	--------------------------------

Le stockage de ces produits nous amène à considérer un pouvoir calorifique de l'ordre de 14 000 MJ/m<sup>2</sup>.

### 3.3.2 Les produits dangereux stockés dans l'entrepôt

Il est prévu que les cellules de l'établissement puissent accueillir un stockage d'alcools de bouche d'origine agricole (rubrique 4755) en mélange avec les produits combustibles courants.

La cellule 3 pourra accueillir un stockage de liquides inflammables classé sous les rubriques 1436, 4330, 4331 et 4734 de la nomenclature des ICPE.

#### 3.3.2.1 Les produits inflammables, rubriques 1436, 1450, 4330, 4331 et 4734

La cellule 3 pourra accueillir des produits inflammables classables sous les rubriques 1436, 1450, 4330, 4331 et 4734 de la nomenclature des ICPE.

Dans cette cellule, les liquides inflammables (rubriques 1436, 4330, 4331 et 4734) seront stockés sur des palettes, elles-mêmes stockées sur des racks. La hauteur de stockage des liquides inflammables sera limitée à 5 mètres, ou 7,60 mètres pour les récipients de volume strictement supérieur à 30 L et inférieur à 230 conformément aux nouvelles prescriptions issues de l'arrêté ministériel du 11 avril 2017 modifié le 24 septembre 2020 L. Des produits compatibles pourront être stockés au-dessus.

Au-dessus, des palettes de marchandises combustibles courantes pourront être stockées. Les solides inflammables (rubrique 1450) seront stockés jusqu'à 10,75 m.

Le nombre d'équivalents palettes de liquides inflammables susceptibles d'être stockées dans une cellule dédiée sera de l'ordre de 1 900.

Chaque palette pourra contenir 500 litres de liquides inflammables. En considérant de façon majorante qu'1 m<sup>3</sup> de liquide inflammable équivaut à 1 tonne, la quantité de liquides inflammables pouvant être stockées sur le site sera de 950 tonnes.

	<b>Nombre d'équivalents palettes de liquides inflammables</b>	<b>Volume de liquide inflammable</b>	<b>Quantité de liquides inflammables</b>
<b>Cellule 3</b>	1 900 palettes	950 m <sup>3</sup>	950 tonnes

La cellule contenant des liquides inflammables sera divisée en zones de collecte inférieures ou égales à 500 m<sup>2</sup>, équipées chacune de dispositifs de collecte.

Elle sera reliée à une rétention déportée enterrée commune. Le dispositif de rétention couvrira 100 % du volume total de produits entreposés dans une cellule, soit **950 m<sup>3</sup>**.

Le dispositif de rétention étant enterré, un volume supplémentaire pour les eaux d'extinction ne sera pas pris en compte, ce dernier se déversera directement dans les bassins prévus à cet effet en cas de débordement de la rétention. Le dispositif de rétention déportée sera en effet équipé d'un trop plein relié au réseau de collecte des eaux pluviales

de voiries : en cas d'incendie, si la rétention déportée est pleine, les effluents seront dirigés vers le dispositif de rétention des eaux d'extinction de l'établissement.

Chaque dispositif de collecte sera équipé d'un siphon coupe-feu destiné à assurer le rôle de coupe-feu et à éviter que l'incendie ne se propage à la rétention.

Le sprinklage de ces cellules sera adapté au stockage de liquides inflammables.

La demande concerne également les rubriques 1436, 1450, 4330 et 4734.

En plus des 1 800 palettes de liquides inflammables classables sous la rubrique 4331 stockées dans la cellule 3 peuvent être stockées :

- 2 palettes de liquides inflammables classables sous la rubrique 4330,
- 180 palettes de liquides inflammables classables sous la rubrique 1436,
- 80 palettes de produits pétroliers classables sous la rubrique 4734,
- 1 palette de solides inflammables classables sous la rubrique 1450.

Une palette de liquides inflammables contient en moyenne 500 l de liquides inflammables.

En estimant de façon majorante à 1 t la masse d'un mètre cube de liquides inflammables, on obtient un tonnage maximal total de :

- 1 t de liquides inflammables classables rubrique 4330 (le stockage sera limité à 0,9 t),
- 90 t de liquides inflammables classables sous la rubrique 1436,
- 40 t de produits pétroliers classables sous la rubrique 4734.

Le poids moyen d'une palette de solide inflammable est égal à 500 kg. On obtient donc un tonnage total maximal de 500 kg de solides inflammables classables sous la rubrique 1450. Le stockage sera cependant limité à 45 kg.

• **Quantités de produits inflammables sur le site**

Cellule 3	Nombre d'équivalents palettes	Volume de liquide inflammable	Quantité de produits inflammable
<b>Liquides inflammables Rubrique 4331</b>	1 900 palettes	950 m <sup>3</sup>	950 tonnes
<b>Liquides inflammables Rubrique 4330</b>	2 palettes	0,9 m <sup>3</sup>	0,9 t
<b>Liquides inflammables Rubrique 1436</b>	180 palettes	90 m <sup>3</sup>	90 t
<b>Produits pétroliers Rubrique 4734</b>	80 palettes	40 m <sup>3</sup>	40 t

<b>Produits inflammables Rubrique 1450</b>	1 palette	-	0,045 t
--	-----------	---	---------

**Compte tenu du volume de la rétention déportée, le stockage maximal de liquides inflammables dans la cellule dédiée sera limité à 950 m<sup>3</sup>.**

Le sprinklage de la cellule 3 sera adapté au stockage de liquides inflammables.

### 3.3.2.2 Les alcools de bouche d'origine agricole, rubrique 4755

Il est prévu que les cellules de l'établissement puissent accueillir un stockage d'alcools de bouche d'origine agricole (rubrique 4755 de la nomenclature ICPE) en mélange avec les produits combustibles courants.

Les alcools de bouche seront stockés sur des palettes, elles-mêmes stockées sur des racks. Les alcools de bouche seront stockés jusqu'à une hauteur de 5 m, ou 7,60 mètres pour les récipients de volume strictement supérieur à 30 L et inférieur à 230 en présence d'un système d'extinction automatique conformément aux nouvelles prescriptions issues de l'arrêté ministériel du 11 avril 2017 modifié le 24 septembre 2020 L. Des produits compatibles pourront être stockés au-dessus.

Le nombre d'équivalents palettes d'alcool de bouche stocké sur le site sera de l'ordre de 3 418.

Le poids moyen d'une palette d'alcool de bouche est en moyenne de 900 kg et chaque palette contient en moyenne 590 l de liquide.

Parmi ces palettes, le volume maximal d'alcools de bouche de titre alcoométrique supérieur à 40% (rhums, cocktails, etc...) sera égal à 2 016 m<sup>3</sup>.

La quantité d'alcools de bouche sera limitée à 270 t dans la cellule 1 et à 250 t dans la cellule 6. Chacune des cellules 2, 4 et 5 pourra contenir jusqu'à 690 t d'alcools de bouche. La cellule 3 pourra accueillir 500 t d'alcools de bouche.

	<b>Nombre d'équivalents palettes d'alcools de bouche</b>	<b>Quantité d'alcools de bouche</b>	<b>Volume d'alcools de bouche de titre alcoométrique supérieur à 40%</b>
<b>Cellule 1</b>	300 palettes	270 t	177 m <sup>3</sup>
<b>Cellules 2, 4, 5</b>	2 300 palettes	2 070 t	1 357 m <sup>3</sup>
<b>Cellule 3</b>	540 palettes	500 t	318 m <sup>3</sup>
<b>Cellule 6</b>	278 palettes	250 t	164 m <sup>3</sup>
<b>TOTAL SITE</b>	<b>3 418 palettes</b>	<b>3 190 t</b>	<b>2 016 m<sup>3</sup></b>

Conformément au point 10 de l'annexe II de l'arrêté ministériel du 11 avril 2017, le stockage des alcools de bouche d'origine agricole seront entreposés sur des dispositifs de rétention internes pour permettre la rétention de 50 % de la capacité globale des réservoirs associés. Cette zone de rétention sera délimitée au sein de la cellule.

### 3.3.3 Synthèse de la répartition de stockage envisagé

Cellule	1	2	3	4	5	6
Longueur (m)	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	98
Largeur (m)	55	55	27	55	55	55
Surface (m <sup>2</sup> )	5 500	5 500	2 700	5 500	5 500	5 390
Produits combustibles	1510, 1530, 1532, 2662 ou 2663					
Produits inflammables			1436, 1450, 4330, 4331 et 4734			
Alcools de bouche	4755					
Hauteur de stockage standard	10,75 m (10 m pour la rubrique 2662) pour le stockage en rack					
Hauteur de stockage liquides inflammables			5 m (ou 7,60 m)			

### 3.3.4 Les produits liés au conditionnement

#### 3.3.4.1 Les palettes et les cartons

Le papier, bois et carton sont essentiellement constitués de cellulose, laquelle se thermolyse en différents produits très facilement combustibles (aldéhydes, alcools, cétones, etc.) de telle sorte que la combustion est rapide et pratiquement totale.

Ces produits ne présentent aucune toxicité mais ils sont combustibles. Leur pouvoir calorifique est de l'ordre de 4 000 kcal/kg

Matériau	Éléments constitutifs principaux	Principaux gaz susceptibles de se dégager
Papier, carton, bois	C, H, O	CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O Des traces d'aldéhydes et d'acroléine

Les traitements éventuels de ces produits peuvent entraîner la formation d'autres produits de décomposition mais qui seront dans des quantités négligeables.

#### 3.3.4.2 Les emballages plastiques :

A température ambiante, les matières plastiques sont considérées comme ne présentant aucun danger. Portées à température élevée, elles vont libérer des produits de dégradation, des adjuvants ou des monomères résiduels. La nature et la toxicité de ces émissions dépendent de nombreux facteurs : nature du matériau, apport énergétique, teneur en oxygène, ...

Sur ce site, les plastiques utilisés pour le conditionnement seront principalement du polyester (PET), polyéthylène (PE) ou polypropylène (PP).

Le pouvoir calorifique des matières plastiques dépend de la composition chimique du matériau.

Matières plastiques	Pouvoir calorifique
Polyéthylène (PE)	33 900 à 46 000 kJ/kg
Polychlorure de vinyle (PVC)	15 000 à 21 700 kJ/kg
Polyuréthane (PUR)	23 900 à 31 000 kJ/kg
Polystyrène	31 700 à 41 200 kJ/kg

Les principaux gaz formés lors de la combustion des matières plastiques sont :

- Le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), la vapeur d'eau,
- Le méthane et les hydrocarbures aliphatiques et aromatiques.

Le monoxyde de carbone est très souvent le toxique majeur.

Dans le cas de la combustion des plastiques, la presque totalité des particules solides des fumées est représentée par des suies (noir de carbone et produits carbonés dont la combustion n'a pas été totale).

L'un des risques majeurs liés aux produits de combustion est l'inhalation des particules de suies qui vont empêcher la correcte ventilation pulmonaire. Ce sont ces suies qui produisent l'opacité des fumées.

Sous l'effet de la température, les matières plastiques se décomposent en émettant des gaz inflammables et de l'hydrogène. Cette émission favorise la propagation de l'incendie.

### 3.3.4.3 Le gaz naturel

Le bâtiment sera équipé d'une chaufferie comportant une chaudière d'une puissance de 1,8 MW. Cette chaudière sera alimentée au gaz naturel par GDF.

Des mercaptans sont incorporés au gaz par GDF pour lui donner une odeur et ainsi permettre de détecter les fuites éventuelles.

Le gaz naturel est inflammable, incolore et inodore. Il est un peu soluble dans l'eau.

Composition :      80 % de méthane  
                          15 % d'éthane  
                          4 % de propane  
                          1 % de butane

Pouvoir calorifique      8 600 kcal/Nm<sup>3</sup>

Température d'ébullition   - 161,5 °C

Densité                      0,717 g/l

Les limites d'inflammabilité sont recensées dans le tableau ci-dessous :

Air		Oxygène	
Limite inférieure	Limite supérieure	Limite inférieure	Limite supérieure
5 %	15 %	5 %	60 %

Pour le méthane en mélange avec l'air et avec l'oxygène pur, les limites sont exprimées en pourcent (volume) de combustible dans le mélange total.

Les principaux gaz formés lors de la combustion du gaz naturel sont :

- le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), la vapeur d'eau,
- des oxydes d'azote, des oxydes de soufre.

## 3.3.5 Les procédés mis en œuvre

### 3.3.5.1 La charge des batteries

Le bâtiment sera équipé d'un local technique dédié au chargement des batteries des chariots élévateurs. Il présentera une superficie de 400 m<sup>2</sup>.

Il sera implanté en saillie de la façade Nord-Ouest de la cellule 4.

Ce local sera construit et exploité conformément aux prescriptions de l'arrêté du 29 mai 2000 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n° 2925

« accumulateurs (atelier de charge) » excepté pour la nature de la couverture et des murs extérieurs.

- La toiture sera constituée d'un bac acier avec isolation et étanchéité multicouche conforme à l'indice Broof T3.
- Façades en bardage double-peau

La société ARROW VATRY LAND demande donc une dérogation par rapport à l'article 2.4.1 de l'arrêté du 29 mai 2000 (arrêté type 2925) concernant les façades extérieures du local de charge du bâtiment et concernant sa couverture.

L'article 2.4.1 indique en effet que les locaux abritant l'installation doivent présenter les caractéristiques de réaction et de résistance au feu minimales suivantes :

- murs et planchers hauts coupe-feu de degré 2 heures (REI 120)
- couverture incombustible,
- portes intérieures coupe-feu de degré 1/2 heure (EI 30) et munies d'un ferme-porte ou d'un dispositif assurant leur fermeture automatique,
- porte donnant vers l'extérieur pare-flamme de degré 1/2 heure,
- pour les autres matériaux : classe M0 (incombustibles).

Les dispositions constructives envisagées sur le site de la société ARROW VATRY LAND objet du présent dossier ne présentent pas une aggravation du risque mais participent à diminuer les conséquences d'une explosion du local de charge.

De plus, il est précisé dans l'article 2.4.4 de l'arrêté ministériel du 03/08/18 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration au titre de la rubrique 2910 (chaufferies) que : « *Les locaux où sont utilisés des combustibles susceptibles de provoquer une explosion sont conçus de manière à limiter les effets de l'explosion à l'extérieur du local (événements, parois de faible résistance...)* ». Conformément à cet article, le fait de mettre des parois extérieures légères (et non coupe-feu REI 120) participe à limiter les effets de l'explosion à l'extérieur du local. Cela participe également à diminuer l'impact d'une explosion sur le mur séparatif avec la cellule adjacente.

Concernant la toiture, il est également prescrit dans l'arrêté ministériel cité précédemment, article 2.4.1, que « *La couverture satisfait la classe et l'indice BROOF (t3). De plus, les isolants thermiques (ou l'isolant s'il n'y en a qu'un) sont de classe A2 s1 d0. A défaut, le système "support de couverture + isolants" est de classe B s1 d0 et l'isolant, unique, a un PCS inférieur ou égal à 8,4 MJ/kg.* ». La mise en place d'une toiture identique pour les locaux de charge n'aura donc pas de conséquence sur l'augmentation du risque.

Le local de charge aura deux issues de secours vers l'extérieur.

Les équipements électriques seront réalisés selon les normes et ils seront inspectés régulièrement par un organisme agréé. Des cartouches fusibles et un relais disjoncteur protégeront les installations contre les risques de court-circuit.

L'éclairage artificiel se fera par des lampes sous enveloppe protectrice en verre.



Pour limiter le risque d'accumulation d'hydrogène, le local de charge sera équipé d'une ventilation mécanique forcée installée en toiture. La charge des batteries sera asservie au fonctionnement de la ventilation.

Le sol et les murs, jusqu'à une hauteur d'un mètre, seront recouverts d'un revêtement anti-acide.

Le local de charge des batteries sera équipé d'une fontaine oculaire, d'une douche et d'un extincteur au CO<sub>2</sub>.

Les eaux résiduaires (acides) seront collectées dans un bac étanche, pour neutralisation (pH entre 5,5 et 8,5). La vidange de ce bac ne pourra se faire que par un système de pompage manuel ou électrique. Les eaux seront évacuées par une société spécialisée.

---

### **3.3.5.2 Le chauffage**

Les calories nécessaires au chauffage du bâtiment seront produites par une chaudière au gaz naturel d'une puissance totale de 1,8 MW, mise en place dans une chaufferie de 45 m<sup>2</sup> située en saillie de la cellule 6, au Nord-est du site.

Le bâtiment sera chauffé par des aérothermes à eau chaude. Le réseau de distribution d'eau chaude circulera sous charpente et alimentera les différents appareils.

Les équipements électriques spécifiques aux chaufferies du site seront réalisés selon les normes et ils seront inspectés régulièrement par un organisme agréé.

Une fuite et une accumulation de gaz peuvent provoquer une explosion dans la chaufferie gaz. Les réseaux d'alimentation en combustible seront réalisés de manière à réduire les risques en cas de fuite.

Les canalisations seront protégées contre les agressions extérieures. La conduite de gaz enterrée alimentant la chaufferie sera réalisée conformément à la réglementation française et aux normes de Gaz de France.

Le poste de détente pour l'alimentation gaz de la chaufferie gaz sera équipé d'un système réglementaire de coupure automatique de l'alimentation en cas de fuite.

La chaufferie sera ventilée.

## 4 ANALYSE DES RISQUES

### 4.1 Accidentologie

#### 4.1.1 Stockage de matières combustibles

Le risque lié au stockage dans les entrepôts est principalement l'inflammation non contrôlée pouvant entraîner un incendie des produits ou matériaux d'emballage.

Cette accidentologie a été réalisée d'après les renseignements fournis par la base de données ARIA du ministère de l'écologie, consultable sur INTERNET.

La base de données du BARPI fait l'inventaire des accidents technologiques et industriels.

La consultation porte sur les 30 000 accidents inventoriés dans la base de données du BARPI.

La consultation des accidents enregistrés pour l'activité H52-10 « Entreposage et stockage » permet de recenser 1 045 accidents dont le plus vieux date des années 50.

La base de données nous donne peu d'informations sur ces accidents.

La plupart des bâtiments concernés sont de petite taille, de construction ancienne.

Toutefois une analyse accidentologique réalisée par le BARPI sur les accidents impliquant des entrepôts sur une période allant du 01/01/2009 au 31/12/2016, jointe en annexe n°1, indique que la quasi-totalité des accidents sont des incendies justifiés par la présence systématique de matières combustibles constituant le risque essentiel de ce genre d'installations (82 % des cas à comparer à la moyenne tout secteur d'activité confondu qui est de 60 % pour l'année 2016). En revanche, les autres types de phénomènes (explosion, rejet de matière dangereuse) sont comparables en fréquence à ceux qui se produisent dans d'autres secteurs d'activités.

Les phénomènes dangereux se répartissent de la façon suivante :

Typologies (Non exclusives l'une de l'autre)	Nombre d'accident	Pourcentage (en %)	Pourcentage IC tout secteur confondu Année 2016
Incendie	170	82	60
Explosion	17	8	6
Rejet de matière dangereux	91	44	40

La répartition des bâtiments sinistrés en fonction de leur surface au sol est la suivante :

Surface	Nombre d'accident	Pourcentage (en %)
Entre 0 et 5 000 m <sup>2</sup> (non compris)	85	41
Entre 5 000 m <sup>2</sup> et 10 000 m <sup>2</sup> (non compris)	27	13
≥ 10 000 m <sup>2</sup>	31	15
Inconnue	61	29

Au cours de ces 8 dernières années, de nombreux accidents ont eu lieu dans des bâtiments « multipropriétaires ». L'activité de logistique (entrepôt) est ainsi imbriquée dans un bâtiment où s'exercent plusieurs activités professionnelles (ARIA 40239, 41482, 41877, 42472, 42797, 47066). En outre, certains bâtiments sont susceptibles d'accueillir des personnes en dehors de l'activité de stockage (magasin dit « Drive » : ARIA 45201).

Les bâtiments impliqués dans les sinistres sont généralement anciens. Ils peuvent de ce fait présenter des risques particuliers par rapport à l'amiante (retombée de poussières en cas d'incendie).

Toutefois, des accidents se sont produits dans des entrepôts plus récents (ARIA 48115,45302, 37736), mais en plus faible nombre en raison des prescriptions réglementaires qui impliquent le compartimentage des marchandises, voire le sprinklage en fonction de la surface de la cellule.

Les stockages sont susceptibles de relever des rubriques : 1510, 1530, 1532, 2662 et 2663.

La répartition par régime réglementaire des établissements ayant fait l'objet d'un accident est la suivante :

Régime IC	Nombre d'accidents	Pourcentage (en %)
Seveso (seuil haut et bas)	6	3
Autorisation	34	16
Enregistrement	4	2
Déclaration	20	10
Potentiellement en infraction	9	4

Plusieurs accidents ont eu lieu dans des établissements « potentiellement en infraction ». En effet, ces derniers n'étaient pas connus de l'inspection des installations classées (ARIA 36218, 41744, 44309, 45283, 45609, 46496) ou des services de secours (ARIA 43618). Après enquête, il apparaît parfois que le seuil des 500 tonnes de matières combustibles (rubrique 1510) n'était pas atteint au moment des faits (ARIA 43518, 45201).

L'accidentologie indique que les départs de feux se trouvent généralement à l'intérieur des stockages. Mais, certains départs sont initiés de l'extérieur :

- Parking poids-lourds (ARIA 38991, 40635, 45355) ;
- Quais de chargement (ARIA 36172, 43644, 43834) ;
- Stockage de déchets ou de palettes à l'extérieur des locaux (ARIA 40296, 42626, 44655) ;
- Stockage sous chapiteau (ARIA 45555) ;

- Zones de « picking » (stockage temporaire en attente de traitement : ARIA 44660).

Les évolutions récentes de la base de données ARIA permettent d'analyser plus finement la chaîne causale de l'accident, en distinguant les défaillances (causes premières) des causes profondes. Leur répartition est la suivante :

**Causes premières ou défaillances identifiées :**

Elles sont caractérisées par :

- De nombreux actes de malveillance (ARIA 35920, 35977, 36071, 38746, 39958, 43353, 43518, 43834...) se produisant majoritairement hors des heures d'ouverture de l'entreprise.
- Des défaillances humaines :
  - Erreur de manipulation/manutention (ARIA 44702) / coup de fourche de chariot élévateur perforant ou endommageant des capacités de stockage (ARIA 40262, 45542, 45891, 46435, 46559) ;
  - Mauvaise manoeuvre lors du rechargement d'un chariot électrique (mise en contact de fils dénudés : ARIA 48627).
- Des défaillances matérielles :
  - Surchauffe de réfrigérateur en période de fortes chaleurs (ARIA 37122) ;
  - Problème électrique (ARIA 40792,43618) au niveau des dispositifs de chauffage (ARIA 38090) ou d'autres dispositifs (armoires/tableaux électriques : ARIA 40652, 40669, 45384 ; prise électrique/connectique : ARIA 44022 ; transformateurs : ARIA 44881, 45292) ;
  - Dysfonctionnement de la centrale alarme (ARIA 43618) ;
  - Fuite au niveau d'une soupape sur une installation frigorifique (ARIA 43728) ;
  - Infiltration d'eau au niveau de la toiture qui inonde le stockage (ARIA 45312).
- Des agressions d'origine naturelle (Natech) :
  - Foudre (ARIA 38115, 43618) ;
    - Effondrement des toitures sous le poids de la neige (ARIA 39489, 39501, 43229) ;
    - Inondation/crue de cours d'eau/forte pluie (ARIA 43787, 45739) ;
    - Episodes de grand froid (rupture d'une canalisation de sprinkler par le gel : ARIA 41779).
  - Feux de forêt dans le sud de la France (ARIA 48371).

**Causes profondes :**

Elles sont multiples et relèvent pour la plupart d'aspects organisationnels qui amplifient la défaillance matérielle ou humaine observée dans un premier temps.

Les points relevés concernent principalement :

- L'exploitation du site :
  - Stockage anarchique, pas/ou problème de compartimentage au sein des cellules (ARIA 35873, 36242, 39863, 41482, 43353...) ;

- Entretien/vétusté des locaux (ARIA 42797) ;
  - Absence de surveillance du site en dehors des périodes d'exploitation ;
  - Absence d'inventaire des matières stockées (ARIA 42593) ;
  - Absence d'analyse des causes des précédents accidents (ARIA 45555) ;
  - Bacs d'eaux usées non vidangés avant un épisode de crue (ARIA 43787) ;
  - Persistance des non-conformités mentionnées dans les rapports de vérification des installations électriques (ARIA 44660) ;
  - Absence d'une ligne spéciale reliant l'établissement au centre de secours (ARIA 44660) ;
  - Non réalisation d'exercice de secours (POI : ARIA 44660) ;
  - Produits absorbants en quantité insuffisante (ARIA 44702).
  - Problème de conception sur les réseaux d'eaux pluviaux favorisant le risque d'inondation (ARIA 48115, 48825).
- Défaut de maîtrise de procédé :
- Modification du procédé d'emballage des palettes qui initient des départs de feu (film plastique thermorétractable : ARIA 44655) ;
  - Réactions chimiques non prévues (auto-inflammation d'un chiffon imbibé d'huile de lin).
- La gestion des travaux :
- Analyse insuffisante des risques lors de travaux par points chauds sur les installations ou de réfection de toiture (ARIA 35873, 36025, 40668) ;
  - Mauvais suivi des travaux d'écobuage en été (ARIA 38869) ;
- La mauvaise conception des bâtiments :
- Absence de dispositif d'isolement pour contenir les eaux d'extinction sur le site (ARIA 38851, 42656) ;
  - Murs coupe-feu avec des ouvertures (baies vitrées : ARIA 39123) ;
  - Dimensionnement des poutres / réception des travaux (ARIA 39501) ;
  - Absence de protection des façades par rapport aux flux thermiques (ARIA 41482) ;
  - Absence de système de désenfumage, d'extinction automatique (ARIA 35873, 36218, 39863, 40296...) ou de détection incendie (ARIA 38851, 43798) ;
  - Absence ou mauvais dimensionnement des rétentions (pas assez grande : ARIA 43053, 44660).
- L'absence de contrôle :
- Problème de fonctionnement de porte coupe-feu (ARIA 36242) ;
  - Centrale alarme endommagée par la foudre (ARIA 43618) ;
  - Bassin de rétention non étanche (ARIA 43798).
- La formation du personnel :
- Méconnaissance des procédures d'urgence (absence de manœuvre d'organe de sectionnement : ARIA 43798).

L'étude accidentologique du BARPI peut être complétée avec les accidents les plus récents suivants :

Type d'incident	Lieu	Date	Code ARIA	Classement	Causes	Conséquence (humaine, environnemental, chimique)
Incendie d'un camion sur le parking d'une entreprise de stockage	Montélimar	25/02/2017	49311	1510 – Enregistrement	Acte de malveillance	Aucune conséquence
Incendie dans une entrepôt désaffecté	Marseille	28/03/2017	49455	Bâtiment de trois niveaux de 10 000 m <sup>2</sup> chacun	Acte de malveillance	Aucune conséquence
Incendie de batteries au lithium	Mesnil-Amelot	10/04/2017	49516	1510 – Autorisation	Départ de feu de batteries dans le local de charge	Aucune conséquence
Incendie dans un centre de coliposte	Moissy-Cramayel	12/05/2017	49658	1510 – Autorisation	Départ de feu sur un colis contenant des batteries d'outillage – suite à la chute sur le tapis d'un retourne conteneur, des cellules de lithium-ion se sont enflammées	Aucune conséquence
Incendie dans un entrepôt	Anzin	11/08/2017	50176	Entrepôt de 7 000 m <sup>2</sup>	Départ de feu dans la partie administrative	Aucune conséquence
Installation sur une installation logistique	Moissy-Cramayel	10/08/2017	50199	1510 – Autorisation	Départ de feu dans une benne à déchets	Aucune conséquence
Incendie de palettes de bois dans un entrepôt	Andrézieux-Bouthéon	24/04/2018	51379	1510 – Autorisation	Départ de feu au niveau d'un stockage externe de palettes de bois	Aucune conséquence
Incendie dans un entrepôt frigorifique	Attignat	03/07/2018	51852	1510 – Autorisation	Echauffement du rotor du moteur d'un compresseur	2 pompiers intoxiqués Fuite d'ammoniac
Feu dans un entrepôt de garde-meuble	Meaux	25/07/2018	51991	Entrepôt de 10 000 m <sup>2</sup>	--	Aucune conséquence

Incendie d'une palette dans un entrepôt	Le Malesherbois	25/08/2018	52432	Entrepôt	Départ de feu sur une palette de bois compressée avec de l'huile de colza (cubes allume feu) Piste criminelle envisagée	Un employé légèrement intoxiqué
Mise hors service d'une barrière de sécurité (sprinklage) à la suite d'un incendie	Andrézieux-Bouthéon	19/11/2018	52633	1510 – Autorisation	Départ de feu dans le local sprinkler lors d'une opération de maintenance Incendie dû à une surchauffe	Aucune conséquence
Incendie dans un entrepôt d'une ancienne verrerie	Reims	24/11/2018	52642	Entrepôt de 6 000 m <sup>2</sup>	--	Aucune conséquence
Incendie dans un entrepôt	Saran	26/12/2018	52880	1510 – Autorisation classé Seveso Haut	Palette mal positionnée entraînant une surchauffe au niveau de la housseuse	Aucune conséquence
Incendie dans un entrepôt frigorifique	Saint-Martin	06/02/2019	53107	Hangar frigorifique	Feu d'origine électrique	Dégagement de fumées (conséquence environnementale)
Incendie dans un entrepôt	La Garde	06/05/2018	53602	Entrepôt de 3 000 m <sup>2</sup>	Feu de palettes et de détritrus	Aucune conséquence
Feu d'entrepôt	Mulhouse	18/05/2019	53669	Entrepôt de 12 000 m <sup>2</sup> contenant des meubles et des produits chimiques	Départ de feu	Aucune conséquence
Incendie dans un entrepôt d'une friche industrielle	Attichy	19/03/2019	53676	Entrepôt de 1 000 m <sup>2</sup> sur un ancien site industriel	Acte de malveillance, 4 mineurs ont mis le feu à des cartons	Dégagement de fumées toxiques (bouteilles de gaz)

L'étude des derniers accidents ne remet pas en cause les conclusions de l'étude du BARPI présentée précédemment.



---

#### **4.1.2 Chaufferies**

L'accidentologie sur les chaudières à gaz est basée sur l'analyse des accidents recensés dans la base de données du BARPI.

Une liste d'accidents significatifs est présentée dans l'annexe « Accidentologie » de la présente étude de dangers.

On observe que les accidents sur les chaudières interviennent principalement sur des chaudières de process, en particulier dans le domaine du raffinage de pétrole et de la chimie.

Les accidents intervenus sur des chaudières de chauffage se caractérisent par une explosion, issue d'une fuite de gaz combinée à un point chaud.

On remarque qu'une grande partie des accidents se produit après une intervention humaine pour maintenance ou réparation.

En ce qui concerne la gravité de tels événements, les comptes rendus des accidents passés font part de victimes chez le personnel présent dans la chaufferie au moment du sinistre et de dommages matériels sur l'installation ou sur l'environnement proche.

---

#### **4.1.3 Locaux de charge des batteries**

L'accidentologie du BARPI ne fait pas état d'accident dans les locaux de charge des batteries des chariots élévateurs tels qu'ils apparaissent sur le site.

Les trois accidents retenus concernent des entreprises de fabrication d'accumulateur.

Une défaillance électrique conduit à un incendie du local. Cependant, les dégâts sont uniquement matériels.

---

#### **4.1.4 Phénomènes naturels**

Des phénomènes naturels tels que la foudre ou les précipitations atmosphériques (pluie, neige, grêle) et les inondations peuvent être à l'origine d'accidents dans les entreprises.

La base ARIA du BARPI a recensé les accidents initiés par la foudre et les précipitations atmosphériques/inondations. Il n'y a pas de recensement d'accidents ayant le séisme pour origine.

---

##### **4.1.4.1 Le risque foudre**

La base ARIA recense ainsi 200 événements survenus en France entre mai 1866 et novembre 2018 impliquant la foudre et affectant des installations classées ou des canalisations. Les dommages observés sont aussi bien dus aux effets directs de la foudre (foudroiement de toiture, de stockage, de transformateurs électriques ou de gazoducs : ARIA 4801, 5678, 5870, 7295, 15234...), qu'aux effets indirects se matérialisant par des dysfonctionnements électriques : surtensions, court-circuit et coupure d'électricité avec perte de redondance des lignes d'alimentation, surchauffe de fusibles ou destruction de cartes électroniques pilotant des automatiques de procédés ou de protection incendie : ARIA 614, 1200, 12143, 19716, 28591, 47036, 48671, 52720...

**Installations concernées**

La répartition des événements par rubrique de la nomenclature lorsqu'elle est renseignée dans ARIA (81 cas) est la suivante :

Rubrique	Nombres d'accidents
4734	21
1431	13
1432	11
1131	10
1410	9
4310	9
1132	6
2980	5
4130	5
4220	5
1180	4
1311	3
2101	3
2111	3
2781	3

**Equipements impactés**

Une grande variété d'équipements est impliquée dans les accidents, néanmoins ceux qui suivent sont les plus souvent cités et laissent supposer que les réseaux d'utilités sont extrêmement vulnérables aux impacts de foudre :

- Transformateurs électriques contenant ou non des PCB (26 cas, 13% des événements analysés : ARIA 614, 654,4801, 4900, 7348, 8909, 12150, 33544, 36473, 34966, 33120,33092, 36275, 35401, 38391, 37161, 38563, 40233, 40554, 42147, 42556, 44135, 4554,46787, 48584, 48658),
- Pâles d'éoliennes (ARIA 43841, 45016, 45960, 49768),
- Canalisations de transport de gaz naturel, selon le service du gaz, depuis 1970, 12 événements impliquant la foudre ( $1.10^{-5}$  fuite/km/an) dont 9 cas avec inflammation du gaz rejeté se sont produits (ARIA 48238). Des canalisations de distribution de gaz naturel ou les organes annexes qui leur sont associés (logettes de gaz) sont également mentionnés : ARIA 23626, 39587, 52367...

Enfin, la foudre peut entraîner des détériorations d'équipements telles que le percement d'enveloppes métalliques, l'allumage d'atmosphères inflammables ou explosibles au niveau des événements : 26535, 18325, 36304, 40953. Par ailleurs, des incendies de bacs à toit flottant se sont produits dans la zone du joint de toit où apparaissent des vapeurs inflammables (ARIA 12229, 12231,20819), la liaison équipotentielle robe/toit pouvant se révéler insuffisante pour assurer l'écoulement sûr d'un courant sans claquage. La foudre peut aussi conduire à la destruction d'équipements électriques ou électroniques ou en

perturber le fonctionnement en raison des variations du potentiel électrique consécutives aux impacts au sol (ARIA 2715).

### Phénomènes dangereux

Phénomènes	Nombres d'accidents	%
Explosion	17	8,50
Incendie	127	63,50
Rejet de matières dangereuses / polluantes	83	41,50

L'incendie constitue la typologie la plus fréquemment observée (63,5 % des cas) et concerne tant les unités industrielles que les bâtiments agricoles ou d'élevages (ARIA 3707, 6277, 7168, 7664, 8885, 9996, 10074, 11262, 11562, 12937, 15215, 15849, ...).

Les rejets de matières dangereuses ou polluantes sont aussi souvent le résultat des effets directs et indirects de la foudre :

- Ecoulements ou fuites à la suite d'impacts sur des équipements ou des canalisations (ARIA5675, 5678, 7508, 7545),
- Destruction de transformateurs : ARIA 7348, 8909, 12150, 33092....,
- Endommagement de dispositifs de télésurveillance ARIA 2715,
- Emissions polluantes ou toxiques consécutives à des coupures ou des perturbations électriques (ARIA 1884, 5874, 15749, 18563, 30199, 30894).

**Conséquences**

Conséquences	Nombres d'accidents	Parts (%)	Exemples d'accidents
Conséquences humaines	16	8	6139, 1220, 39303, 31773, 30199, 33120
Morts	3	1,50	6139, 12220, 39303
Blessés totaux	15	7,50	614, 654, 5678, 6139, 7545, 12948, 14352, 24526
Conséquences économiques	172	86	36227, 614, 654, 343, 1151, 1200, 2715, 3661
Dommages matériels	161	80,50	36227, 614, 654, 343, 1151, 1200, 2715, 3661
Pertes d'exploitation	65	32,50	36277, 2715, 3661, 3707, 4900, 5678, 5060, 5870
Conséquences sociales	63	31,50	10169, 15689, 22796, 24526, 24825, 28591
Chômage technique	11	5,50	10169, 15689, 22796, 24526, 24825, 28591, 38115
Privation d'usages – électricité	20	10	36473, 2715, 4900, 2874, 7348, 15749, 15934
Privation d'usages – gaz	7	3,50	5678, 7545, 25440, 39587, 49645, 51629, 52367
Conséquences environnementales	64	32	33319, 343, 1884, 5678, 5060, 5874, 8885, 12948
Pollution atmosphérique	32	16	33319, 343, 1884, 5678, 5060, 5874, 8885
Pollution de l'eau	17	8,50	32016, 1200, 2715, 8885, 9825, 12220, 23150
Pollution des sols	10	5	12150, 26577, 30130, 34966, 38563, 46606

Des pertes humaines sont à déplorer dans 3 accidents :

- 4 morts et 25 blessés à la suite d'une explosion dans une fonderie d'aluminium (ARIA 6139),
- 3 marins, 2 opérateurs et le chauffeur d'un camion tués dans l'explosion d'un pétrolier à quai dans un terminal touché par la foudre (ARIA 12220),
- 23 morts et 12 blessés dans l'explosion d'un atelier pyrotechnique (ARIA 39303).

**Causes**

Si la foudre est la cause première ou perturbation initiatrice d'événements sur un site industriel, défauts de protection ou de gestion des réseaux et des équipements électriques, problèmes de conception, d'exploitation ou de gestion du site constituent souvent les causes profondes des incidents ou accidents

Nombre d'accidents ont également pour origine des dysfonctionnements électriques (ARIA 2715,5874, 15749, 15934, 19539, 20844, 30199, 30892, ...) consécutifs à l'impact de la foudre.

**Les moyens de prévention et de protection préconisés** sont :

- Canaliser les écoulements électriques,
- Réaliser une conduction électrique vers la terre suffisante,
- L'étanchéité des équipements pour éviter les fuites de matières combustibles,
- Protéger les équipements électriques affectés à la sécurité.

#### 4.1.4.2 Le risque « précipitations atmosphériques - inondations »

Au 31 décembre 2014, la base ARIA contient 244 accidents faisant suite à une agression externe liée aux crues, submersions ou autres inondations.

##### Typologies

Les phénomènes connus occasionnés par ces accidents technologiques sont :

Phénomènes connus	Nombres d'accidents concernés	Part (%)
Rejets de matières dangereuses	53	21
Incendies	9	4
Explosions	5	2

Parmi les phénomènes rencontrés majoritairement lors des accidents industriels celui du rejet de matières dangereuses reste le plus important lors d'inondations d'installations industrielles.

En effet, la montée des eaux d'origine naturelle :

- Provoque la rupture de capacité contenant des matières dangereuses,
- Fait déborder les ouvrages de stockages des déchets liquides notamment dans les stations de traitement des effluents aqueux,
- Lessive les sols chargés de polluants de toute nature.

##### Conséquences

La répartition des conséquences principales sur les événements de l'échantillon est présentée dans le tableau suivant :

Conséquences	Nombres d'accidents concernés	%
Pertes d'exploitation	133	55
Chômage technique	58	24
Pollution des eaux superficielles	41	17
Pollution des sols	11	5

##### Perturbations et causes

Les inondations doivent être considérées comme des manifestations naturelles intenses participant au déclenchement d'un événement technologique.

Dès la conception des installations :

- Insuffisance de l'analyse des risques,
- Sous-dimensionnement des réseaux et des moyens d'évacuation des eaux de submersion,
- Absence de mise en place et de suivi d'ouvrage de protection...

Lors de l'exploitation des installations :

- Absence de veille météorologique,
- Gestion aléatoire des stockages des matières dangereuses,
- Manque de contrôle préalable des moyens de secours,
- Insuffisance de formation des opérateurs...

**Les moyens de prévention et de protection préconisés** sont :

- Le respect des règles de construction et un dimensionnement adapté,
- L'efficacité de la récupération, du traitement et de l'évacuation des eaux pluviales,
- La vérification périodique et le nettoyage des réseaux.

## 4.2 Application au site – Identification des phénomènes dangereux

Un phénomène dangereux est une libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29/09/2005, susceptibles d'infliger un dommage à des cibles sans préjuger de l'existence de ces dernières. A partir de l'accidentologie, nous avons retenu les sources potentielles de dommage suivantes :

### 4.2.1 Incendie du stockage de matières combustibles

Suivant les conclusions de l'analyse accidentologique, les mesures de maîtrise des risques suivantes seront mises en place dans la cellule de stockage :

- Une forte proportion de sinistres intervient la nuit ou le week-end et l'alerte est souvent donnée par des passants ou des voisins. Ceci met clairement en relief l'importance du dispositif d'extinction automatique d'incendie avec report d'alarme assurant une détection précoce et permanente des départs de feu. Le bâtiment sera équipé d'une installation d'extinction automatique d'incendie de type sprinkler dont l'alarme sera reportée en télésurveillance.
- Les pompiers sont fréquemment confrontés à des difficultés d'accès dues aux moyens de protection physique contre les intrusions et sont contraints parfois d'utiliser des matériels de désincarcération. La présence rapide sur le site de personnel de gardiennage doit permettre de faciliter l'accès de pompiers à l'intérieur du bâtiment. La surveillance du site sera assurée par télésurveillance 24h/24 et 7j/7. La société de télésurveillance disposera de consignes relatives à l'accueil des secours en cas d'incendie sur le site.

- Les moyens des services de secours ne permettent pas d'éteindre des incendies de plusieurs milliers de mètres carrés de bâtiment en flammes. Le recoupement des entrepôts par des cellules d'une superficie raisonnable et séparées par des parois coupe-feu permet de limiter l'extension des sinistres. Les bâtiments seront divisés en cellules de moins de 6 000 m<sup>2</sup> par des murs coupe-feu séparatifs dépassant d'un mètre en toiture. Ce compartimentage permet de prévenir le développement d'un incendie de grande ampleur.
- L'accumulation des gaz chauds sous toiture favorise la propagation du feu. Un large dimensionnement des exutoires évacuant les fumées est donc essentiel. Ainsi, le bâtiment sera recoupé en partie supérieure à partir de la poutraison d'une hauteur de 1 m formant des cantons de 1 650 m<sup>2</sup> maximum afin d'éviter la diffusion latérale des fumées en cas d'incendie. Les écrans de cantonnement seront réalisés en matériaux MO (y compris leurs fixations) et seront stables au feu de degré un quart d'heure. Le désenfumage sera assuré à raison de 2% de surface utile d'exutoires de fumées dont l'ouverture sera assurée par une commande automatique à CO<sub>2</sub> et manuelle placée à proximité des issues de secours avec renvoi de commande sur la façade opposée.

Nous avons étudié par la suite les effets thermiques de l'incendie d'une cellule et de trois cellules de stockage ainsi que les effets toxiques et l'impact sur la visibilité.

---

#### **4.2.2 Incendie d'une cellule de stockage de liquides inflammables**

Suivant les conclusions de l'analyse accidentologique, les mesures de maîtrise des risques suivantes ont été mises en place dans les cellules dédiées au stockage des liquides inflammables :

- Les cellules seront équipées d'une installation d'extinction automatique d'incendie de type sprinkler ESFR.
- Les cellules seront isolées des cellules voisines par des murs et des portes coupe-feu de degré deux heures (REI 120). Ce compartimentage permet d'éviter la propagation de l'incendie par diffusion de la nappe enflammée.
- La cellule 3 pouvant contenir des liquides inflammables sera divisée en zones de collecte inférieures ou égales à 500 m<sup>2</sup>, équipées chacune de dispositifs de collecte. Elle sera reliée à une rétention déportée enterrée. Le dispositif de rétention couvrira 100 % du volume total de produits entreposés dans la cellule, soit **950 m<sup>3</sup>**.

Nous avons étudié par la suite les effets thermiques de l'incendie de la cellule de stockage des liquides inflammables.

---

#### **4.2.3 Explosion de gaz dans la chaufferie**

L'accidentologie nous a montré l'importance de prévenir les fuites de gaz et de limiter les sources d'inflammation. Suivant ces conclusions, les mesures de prévention et de protection suivantes seront mises en place dans la chaufferie :

- Le compartimentage aura une tenue au feu de 2h au minimum (REI 120).

- Comme l'ensemble de l'installation électrique, les équipements électriques spécifiques à la chaufferie seront réalisés selon les normes et ils seront inspectés régulièrement par un organisme agréé.
- Le poste de détente pour l'alimentation gaz de la chaufferie sera équipé d'un système réglementaire de coupure automatique de l'alimentation en cas de fuite.
- La chaufferie sera ventilée.

Ce système de sécurité concerne uniquement l'équipement du brûleur. Il établit une double barrière de sécurité vis-à-vis du risque d'explosion dans le foyer en supprimant l'arrivée de gaz en cas d'anomalie de pression sur la ligne.

- Un système de contrôle de la flamme non figuré sur ce schéma établit en outre une barrière vis-à-vis du risque de dysfonctionnement et de rejet de mélanges gazeux toxiques en arrêtant toute alimentation gaz dès lors que la flamme n'induit pas la couleur, donc la température requise.
- Le brûleur sera alimenté au moyen d'un raccordement au réseau de distribution de GDF. La canalisation d'alimentation en gaz sortira du sol au niveau de la façade extérieure de la chaufferie.
- Cette canalisation sera équipée d'une vanne manuelle de coupure. Les canalisations seront protégées contre les agressions extérieures. La conduite de gaz enterrée alimentant la chaufferie sera réalisée conformément à la réglementation française et aux normes de Gaz de France.
- La chaufferie sera accessible uniquement au personnel compétent. Elle sera équipée d'une détection incendie et d'extincteurs à poudre polyvalente de classe 5A-34B.
- Un permis feu sera obligatoire avant tous travaux par point chaud et il sera formellement interdit de fumer.

Nous avons étudié par la suite les effets de surpression engendrés par l'explosion de la chaufferie.

---

#### **4.2.4 Explosion d'hydrogène dans le local de charge**

L'accidentologie n'a pas mis en évidence le risque d'explosion dans le local de charge.

Lorsqu'une batterie est en charge, au fur et à mesure que cette opération s'effectue, la force contre-électromotrice qu'elle représente vient s'opposer à l'intensité du chargeur, de telle sorte que celle-ci diminue continûment au cours de l'opération.

En principe, lorsque la batterie est chargée, plus aucune intensité ne circule à travers elle, ou sinon une fraction très faible de l'ampérage nominal de la charge.



Cependant lorsqu'une batterie est défectueuse, l'intensité imposée par le chargeur peut éventuellement engendrer l'électrolyse de l'eau.

Pour limiter le risque d'accumulation d'hydrogène, le local de charge sera équipé d'une ventilation mécanique forcée installée en toiture. Cette ventilation mécanique sera asservie à la charge des batteries. Elle sera dimensionnée pour assurer un renouvellement important de l'air dans le local.

Le fonctionnement de l'extracteur d'air sera asservi au contacteur électrique du circuit de charge et un pressostat contrôlera son fonctionnement et donnera une alarme en cas de défaillance provoquant ainsi la mise hors tension du circuit de charge.

Le volume d'hydrogène dégagé pendant le chargement d'une batterie sera relativement faible, son impact sur la pollution atmosphérique sera négligeable.

Calcul du volume d'hydrogène rejeté dans l'atmosphère :

Pour un chariot élévateur d'une puissance de batterie de 600 Ah.

Le volume d'hydrogène dégagé peut être calculé par la formule suivante :

$$V = P \times n \times 0,08/1000$$

où :

P est la puissance de la batterie, P = 600 Ah

n est le nombre d'éléments, n = 24 pour une batterie de 600 Ah

V = 1,15 m<sup>3</sup> d'hydrogène pour une batterie

L'explosion du local de charge proviendrait d'une accumulation d'hydrogène au cours de la charge des batteries des chariots élévateurs. Or, pour atteindre un dépassement de la LIE, il faudrait une défaillance de nombreuses batteries au même moment. De plus, ce local sera très largement ventilé (extracteur mécanique d'air en partie haute) et les batteries sont régulièrement contrôlées. Le fonctionnement des chargeurs électriques sera asservi au fonctionnement de l'extracteur mécanique.

Ces mesures nous ont conduits à ne pas prendre en compte le risque d'explosion dans le local de charge.

La possible inflammation d'un local de charge pourrait éventuellement conduire à un incendie des cellules adjacentes après la tenue au feu de 2 h des murs séparatifs.

---

#### **4.2.5 Pollution eau/sol**

La pollution des eaux et du sol est liée aux risques de déversement accidentel mais aussi et surtout aux eaux d'extinction en cas d'incendie.

La prévention des scénarios de déversement accidentel s'appuie essentiellement sur des mesures organisationnelles et sur la formation des caristes.

La maîtrise des conséquences des déversements accidentels s'appuie notamment sur :

Le caractère imperméable des sols du bâtiment et des surfaces extérieures permettant d'éviter les infiltrations de polluants dans le sol.

La présence de rétention de volume adapté au niveau des batteries.

L'isolement possible par la fermeture de la vanne de barrage automatique et manuelle située sur le réseau de collecte des eaux pluviales de voirie permettant de confiner une éventuelle pollution sur le site.

Concernant spécifiquement les eaux d'extinction, celles-ci seront susceptibles de constituer une charge polluante importante pour le milieu extérieur du fait :

- Des matières stockées au sein du bâtiment.
- De leurs produits de dégradation thermique qui pourront se solubiliser dans les eaux d'extinction.
- Des matières imbrûlées qui pourront être entraînées dans les eaux d'extinction.

Le besoin en rétention des eaux incendie de 2 111 m<sup>3</sup> a été calculé selon le guide technique D9A.

La rétention des eaux d'extinction incendie sera assurée :

- dans les quais (volume retenu 400 m<sup>3</sup>) pour un linéaire de quais de 170 m sans que la hauteur de stockage au point le plus haut ne dépasse 20 cm,
- pour le reste (1 711 m<sup>3</sup>) dans le bassin d'orage étanche des eaux pluviales de voiries.

En cas de sinistre, les eaux stockées seront analysées. Si elles ne présentent pas de pollution, elles seront rejetées dans le réseau des eaux pluviales, si elles sont polluées, elles seront éliminées comme déchets dangereux par une société spécialisée.

Deux vannes seront installées sur le site :

- Une vanne de barrage sera implantée en amont du bassin végétalisé. Elle permettra de rediriger les eaux de toitures vers le bassin de rétention étanche. En effet, en cas d'effondrement de la toiture, les eaux incendie pourraient circuler par ce réseau.
- Une autre vanne sera implantée en aval du bassin étanche. Par sa fermeture, elle permettra de contenir les eaux incendie dans le bassin de rétention étanche.

---

#### **4.2.6 Conclusion**

Dans le cadre de l'analyse, les scénarios du type incendie sont les scénarios identifiés en plus grand nombre. Ceci se justifie d'une part par la présence de matières combustibles dans la quasi-totalité des systèmes étudiés, et d'autre part par la diversité des sources d'allumage susceptibles d'être à l'origine de ce type de scénario d'accident.

La dispersion de produits de combustion lui est intrinsèquement liée.

Il apparaît donc indispensable d'étudier les effets thermiques et toxiques des scénarios d'incendie pour le stockage de produits courants.

### 4.3 Application au site – Evènements initiateurs de l'incendie

L'accidentologie nous a montré que le principal phénomène dangereux dans un entrepôt est l'incendie. Un incendie peut avoir différentes origines qui sont listées ci-après :

#### 4.3.1 Les risques naturels

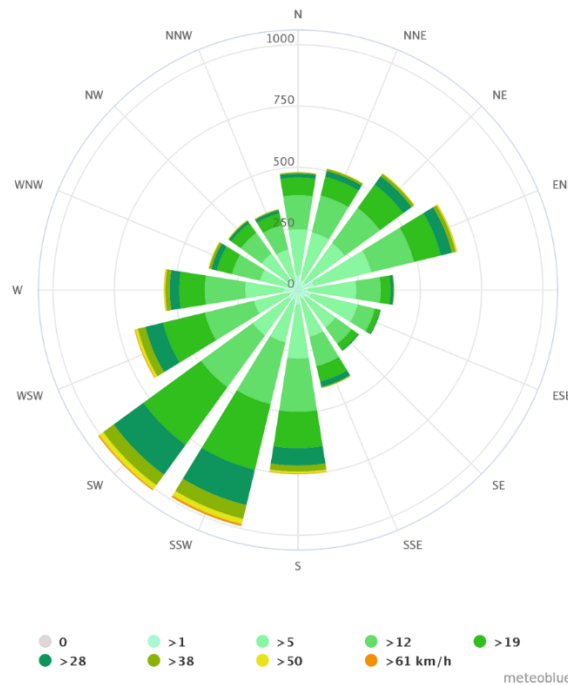
##### Les chutes de neige

La structure sera calculée selon les règles en vigueur (DTU neige et vent).

##### Les vents violents

La structure sera calculée selon les règles en vigueur (DTU neige et vent).

La rose des vents de Bussy-Létrée fait apparaître des prédominances des vents en directions du Sud-Ouest – Sud-Sud-Ouest et de l'Est-Nord-Est .



*Rose des vents de Bussy-Létrée*

- **Inondations**

##### ***Territoire à risque important d'inondation***

Bussy-Létrée est n'est pas une commune soumise à un territoire à risque important d'inondation (TRI) pour l'aléa Inondation par une crue à débordement lent de cours d'eau.

##### ***Historique sur les inondations***

La Base de Données Historiques sur les Inondations (BDHI) recense et décrit les phénomènes de submersions dommageables d'origine fluviale, marine, lacustre et autres, survenus sur le territoire français (métropole et départements d'outre-mer) au cours des siècles passés et jusqu'à aujourd'hui.

La BDHI présente une sélection d'inondations remarquables qui se sont produites sur le territoire. Elle intègre progressivement les anciens évènements, ainsi que les nouveaux qui surviennent

La BDHI est une base de données documentaire. Les informations sont structurées autour de Fiches Document, de Notes Inondation et de Fiches Synthèse.

Date de l'évènement (Date début / Date Fin)	Type d'inondation	Approximation du nombre de victimes	Approximation dommages matériels (€)
24/12/2001 - 04/01/2002	Crue nivale, Crue pluviale lente (temps montée $t_m > 6$ heures), Barrage	de 1 à 9 morts ou disparus	Inconnu
05/07/2000 - 09/07/2000	Crue pluviale rapide (2 heures $< t_m < 6$ heures), Ecoulement sur route, Ruissellement urbain	de 1 à 9 morts ou disparus	3M-30M
31/12/1994 - 27/01/1995	Crue pluviale (temps montée indéterminé), Ecoulement sur route, Ruissellement rural, Ruissellement urbain, Nappe affleurante, rupture d'ouvrage de défense	de 1 à 9 morts ou disparus	Inconnu
30/11/1993 - 27/01/1994	Crue pluviale (temps montée indéterminé), rupture d'ouvrage de défense, Nappe affleurante	de 10 à 99 morts ou disparus	Inconnu
12/02/1990 - 27/02/1990	Crue nivale, Crue pluviale lente (temps montée $t_m > 6$ heures), Lac, étang, marais, lagune, Lave torrentielle, coulée de boue, lahar, non précisé, Action des vagues, Barrage	de 10 à 99 morts ou disparus	3M-30M
04/12/1988 - 05/12/1988	Crue pluviale (temps montée indéterminé), Ecoulement sur route, Ruissellement rural	Inconnu	Inconnu
07/04/1983 - 12/04/1983	Crue nivale, Crue pluviale (temps montée indéterminé), rupture d'ouvrage de défense, Ruissellement rural, Nappe affleurante, Barrage	de 1 à 9 morts ou disparus	Inconnu
09/01/1955 - 30/01/1955	Crue pluviale lente (temps montée $t_m > 6$ heures), Nappe affleurante	de 1 à 9 morts ou disparus	30M-300M
27/12/1947 - 16/01/1948	Crue nivale, Crue pluviale lente (temps montée $t_m > 6$ heures), rupture d'ouvrage de défense	de 10 à 99 morts ou disparus	+3G
07/11/1924 - 07/11/1924	Crue pluviale lente (temps montée $t_m > 6$ heures)	de 1 à 9 morts ou disparus	Inconnu

*Historiques des inondations*

**Plan de Prévention des Risques Naturels Inondation**

Le PPRN (Plan de Prévention des Risques Naturels) est un document réglementaire destiné à faire connaître les risques et réduire la vulnérabilité des personnes et des biens. Il délimite des zones exposées et définit des conditions d'urbanisme et de gestion des constructions futures et existantes dans les zones à risques. Il définit aussi des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

La commune de Bussy-Lettrée n'est pas soumise à un PPRN inondation, les communes frontalières non plus.

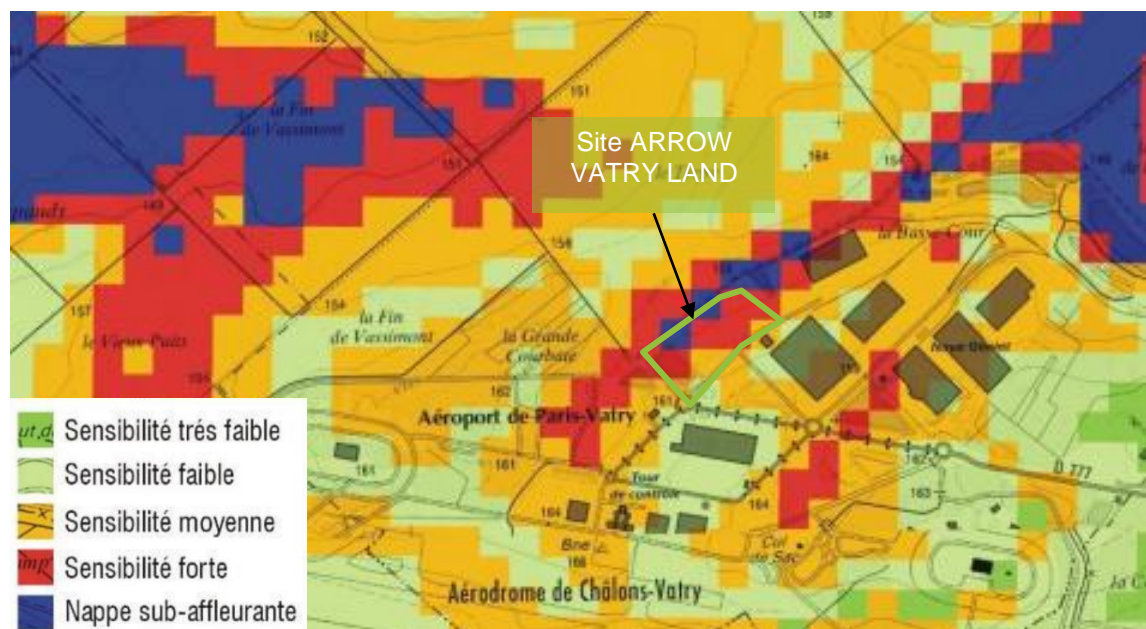
- **Les remontées de nappe**

Le site internet Géorisques présente des cartes départementales de sensibilité au phénomène de remontées de nappes.

Ces cartes ont été établies à l'échelle départementale suivant la méthodologie nationale : une zone « sensible aux remontées de nappes » est un secteur dont les caractéristiques d'épaisseur de la Zone Non Saturée, et l'amplitude du battement de la nappe superficielle, sont telles qu'elles peuvent déterminer une émergence de la nappe au niveau du sol, ou une inondation des sous-sols à quelques mètres sous la surface du sol.

La terminologie « remontée de nappe » comprend : les crues, les inondations, les ruissellements, les débordements et les remontées des nappes souterraines.

Le site ARROW VATRY LAND se situe dans une zone potentiellement sujette aux inondations de caves.



*Cartographie du risque de remontées de nappes dans les sédiments*

Ce risque sera pris en compte lors de la conception du bâtiment.

- **Mouvements de terrain**

Un mouvement de terrain est un déplacement plus ou moins brutal du sol ou du sous-sol, fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques. Il s'inscrit dans le cadre des processus généraux d'érosion mais peut être favorisé, voire provoqué, par certaines activités anthropiques.

D'après la base de données Géorisques, le site n'est pas concerné par le risque de mouvement de terrain.

Plan de Prévention des Risques Naturels

Le PPRN (Plan de Prévention des Risques Naturels) est un document réglementaire destiné à faire connaître les risques et réduire la vulnérabilité des personnes et des biens. Il délimite des zones exposées et définit des conditions d'urbanisme et de gestion des constructions futures et existantes dans les zones à risques. Il définit aussi des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

D'après la base de données Géorisques, le site n'est concerné par aucun PPRN.

- **Retrait-gonflement des argiles**

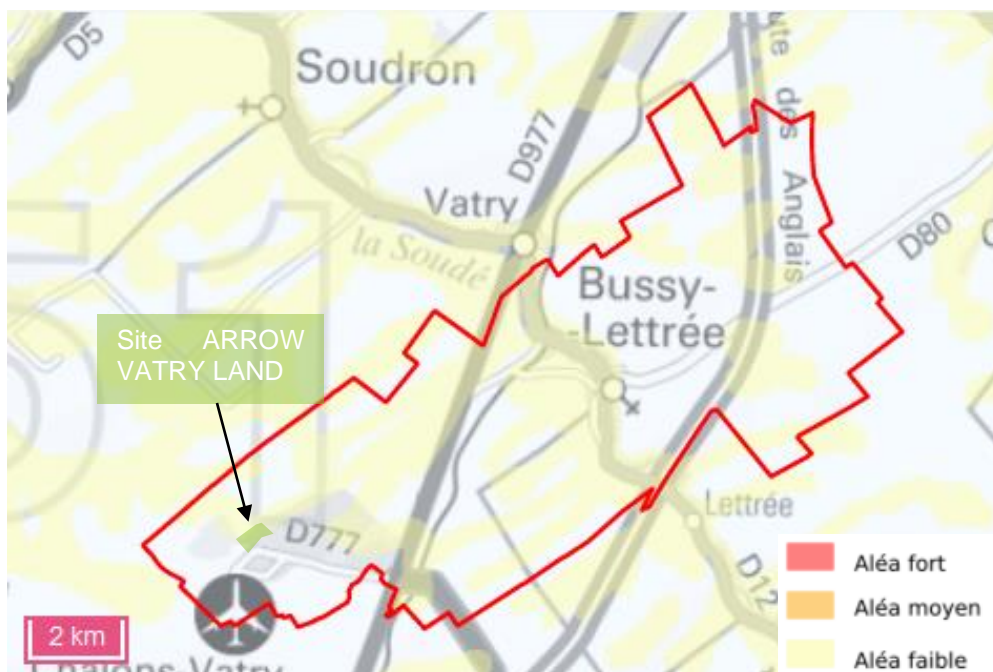
Sous l'effet de certaines conditions météorologiques (précipitations insuffisantes, températures et ensoleillement supérieurs à la normale), les horizons superficiels du sous-sol peuvent se dessécher plus ou moins profondément.

Sur les formations argileuses, cette dessiccation se traduit par un phénomène de retrait, avec un réseau de fissures parfois très profondes. L'argile perd son eau et se rétracte, ce phénomène peut être accentué par la présence d'arbres à proximité.

Lorsque ce phénomène se développe sous le niveau des fondations, la perte de volume du sol support génère des tassements différentiels pouvant entraîner des fissurations au niveau du bâti.

Sont particulièrement concernées les formations argileuses qui contiennent des minéraux argileux gonflants du groupe des smectites. Il a ainsi été réalisé une cartographie départementale de l'aléa retrait-gonflement, selon une méthodologie mise au point par le BRGM.

Cette base de données représente la cartographie départementale de l'aléa retrait-gonflement dus aux sous-sols argileux. La carte d'aléa résulte du croisement de la carte de susceptibilité et des densités de sinistres calculées pour chacune des formations en tenant compte de la surface d'affleurement réellement urbanisée.



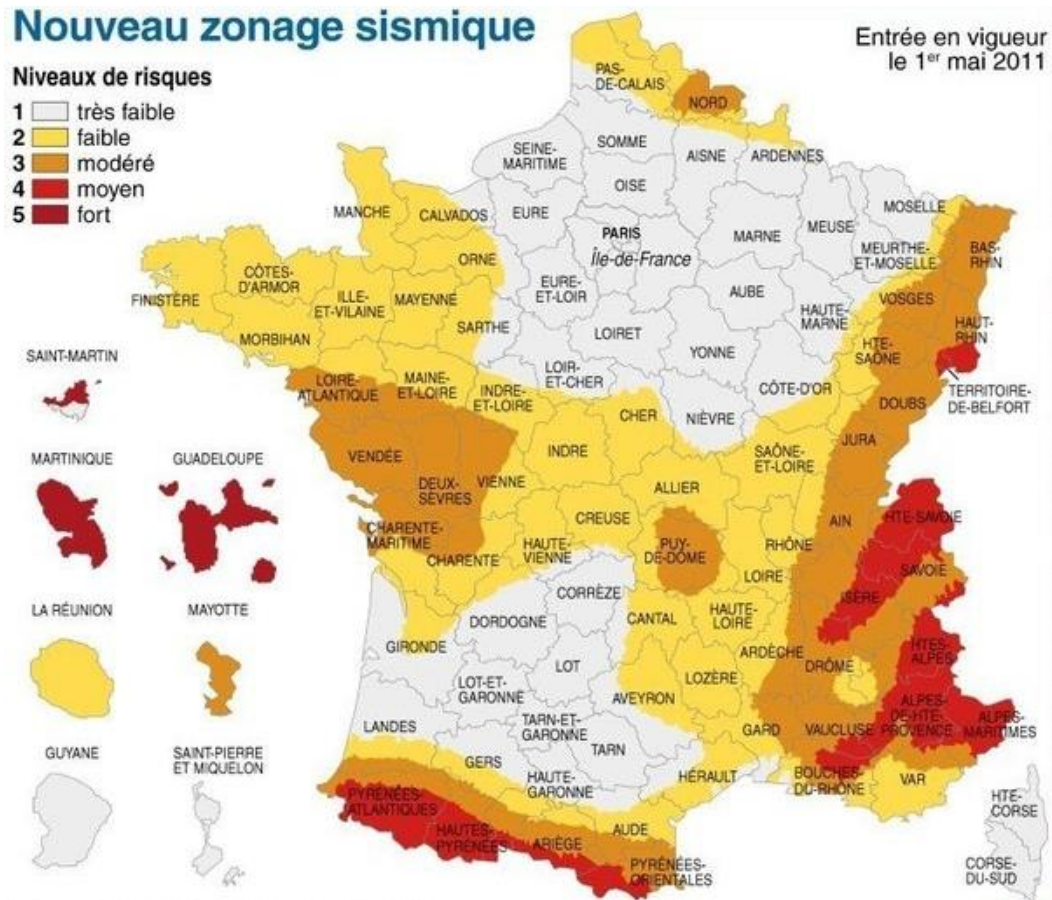
*Plan d'exposition au retrait gonflement des argiles*

Le projet est implanté en zone d'aléa faible selon la base de données du BRGM.  
Cet aléa ne sera pas pris en compte lors de la phase de réalisation du projet.

- **Séismes**

Le zonage sismique actuellement en vigueur en France a été rendu réglementaire en 1991 (décret n°91-461 du 14/05/1991, remplacé depuis par les articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets n°2010-1254, n° 2010-1255 ainsi que par l'arrêté de 22/10/2010).

Les futures normes de construction européennes Eurocode8 précisent la nature des règles de construction qui doivent s'appliquer sur un zonage sismique de type probabiliste prenant en compte différentes périodes de retour.



*Cartographie du zonage sismique en France mise à jour du 1<sup>er</sup> mai 2011*

En conséquence, la France a engagé une révision du zonage en vigueur. La première étape, financée par le Ministère en charge de l'Environnement, a consisté à établir une carte d'aléa sismique à l'échelle communale sur l'ensemble du territoire français. Celle-ci a été dévoilée en 2005.

Le Groupe d'Etude et de Proposition pour la Prévention du risque sismique en France (GEPP) a été chargé par le Ministère en charge de l'Environnement de proposer un zonage cartographique découpant le territoire en différentes zones de sismicité. Pour chacune de ces zones, le GEPP a attribué des mouvements sismiques de référence.

Le territoire national est divisé en cinq zones de sismicité croissante :

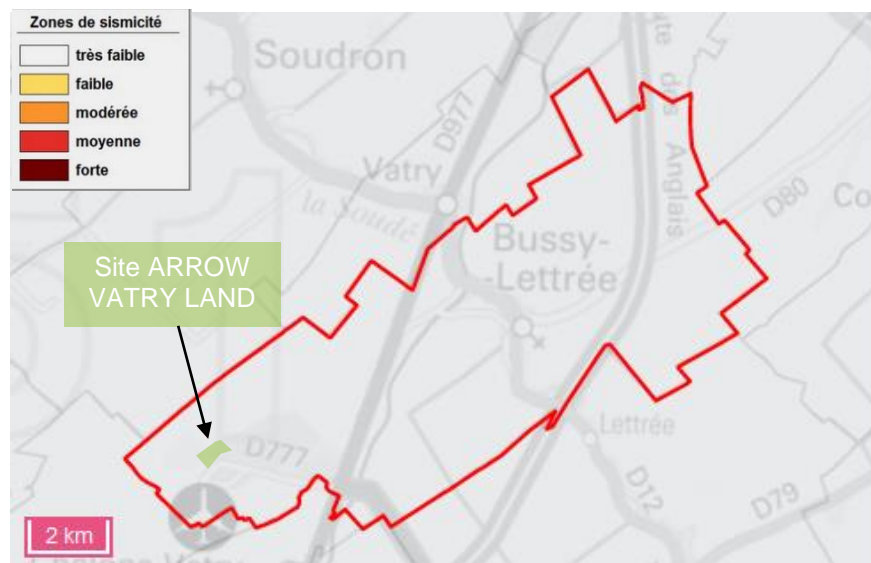
- Zone de sismicité 1 (très faible) ;
- Zone de sismicité 2 (faible) ;
- Zone de sismicité 3 (modérée) ;
- Zone de sismicité 4 (moyenne) ;
- Zone de sismicité 5 (forte).

D'après la carte des zones de sismicité issue du site gouvernemental Géoportail, la commune de Bussy-Lettrée est classée en zone 1 de sismicité très faible.

La commune n'est donc pas soumise à un Plan de Prévention des Risques Naturels Séismes, le projet n'est pas soumis à l'application de règles parasismiques.



L'ensemble des communes frontalières sont également classées en zone de sismicité très faible.



*Cartographie du zonage sismique de la commune de Bussy-Létrée*

- **La foudre**

La foudre vient en 4<sup>ème</sup> position des causes d'incendie : l'impact de la foudre peut initier une inflammation d'un mélange inflammable et également entraîner une surtension au niveau d'appareillages électriques.

La foudre est un phénomène physique. C'est une décharge électrique aérienne résultant d'un phénomène atmosphérique complexe, elle est accompagnée d'éclairs (manifestation lumineuse) et de tonnerre (manifestation sonore).

Les éclairs dont la décharge se produit du nuage vers le sol sont responsables de nombreux dégâts et pertes causés à l'environnement, aux constructions et aux hommes.

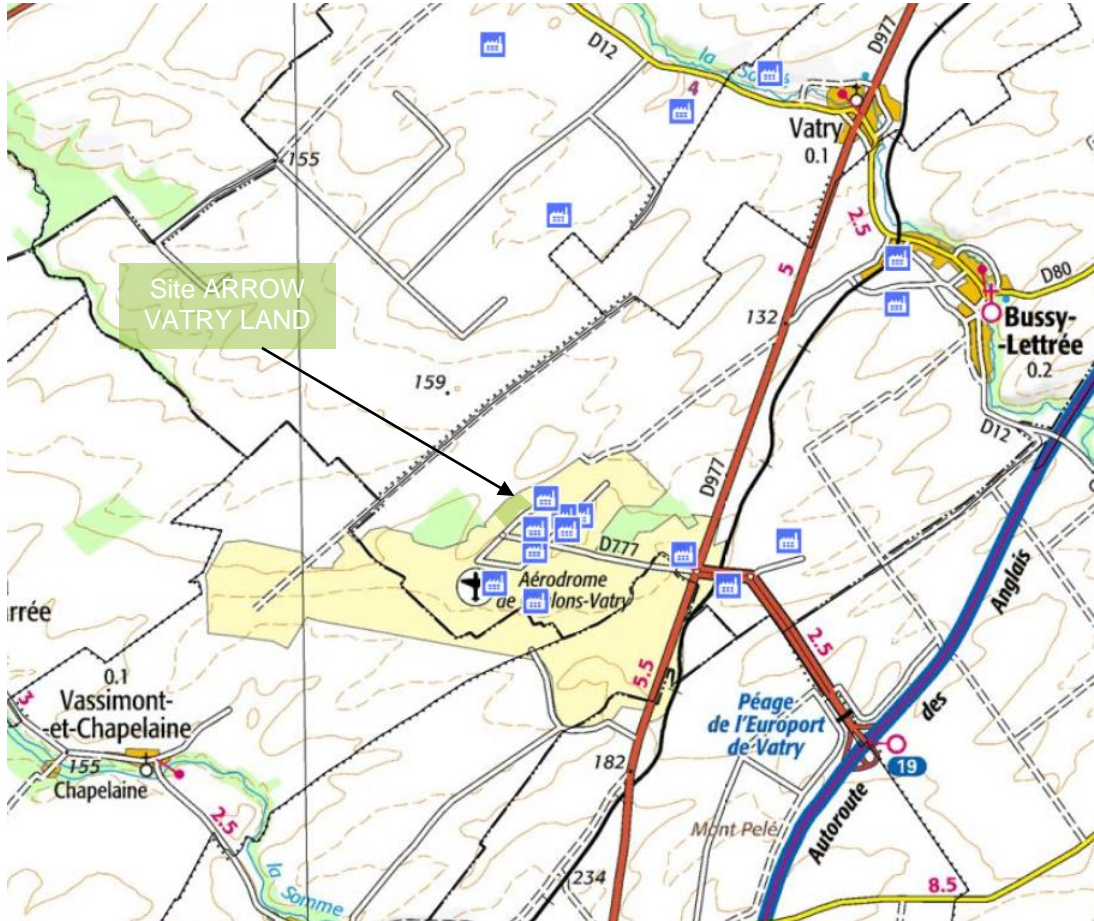
Un coup de foudre direct peut entraîner la destruction du bâtiment et des équipements par incendie ou explosion, la détérioration des équipements électriques. Un réseau de terre dimensionné pour évacuer le courant sera installé en fond de fouille et tous les poteaux y seront reliés.

La foudre est un phénomène naturel et à ce titre, il est difficile de la maîtriser totalement.

Le bâtiment sera équipé d'une installation de protection contre les effets directs et indirects de la foudre.

### 4.3.2 Les installations voisines – Les risques technologiques

Les installations classées les plus proches du projet sont présentées s la figure ci-dessous :



Emplacement des établissements classés aux alentours du projet, source : Géorisques

Nom de l'établissement	Code postal	Commune	Régime en vigueur	Statut SEVESO
AEROPORT DE VATRY	51320	BUSSY-LETTREE	Enregistrement	Non Seveso
CEVA LOGISTICS	51320	BUSSY-LETTREE	Autorisation	Non Seveso
CEVA LOGISTICS - Entrepôt n° 2	51320	BUSSY-LETTREE	Enregistrement	Non Seveso
Entre les vallées Coole et Soude - 1A	51320	BUSSY-LETTREE	Autorisation	Non Seveso
Entre les vallées Coole et Soude - 1B	51320	BUSSY-LETTREE	Autorisation	Non Seveso
Entre les vallées Coole et Soude - 2	51320	BUSSY-LETTREE	Autorisation	Non Seveso
ETS PUBLIC GESTION DE L'AEROPORT VATRY	51320	BUSSY-LETTREE	Autorisation	Non Seveso
GAZELEY LOGISTICS SAS	51320	BUSSY-LETTREE	Autorisation	Non Seveso
GEODIS LOGISTICS NORD	51320	BUSSY-LETTREE	Autorisation	Non Seveso
GO VATRY	51320	BUSSY-LETTREE	Autorisation	Non Seveso
SAS LINCOLN ELECTRIC	51320	BUSSY-LETTREE	Enregistrement	Non Seveso
SCAPEST Vatry	51320	BUSSY-LETTREE	Enregistrement	Non Seveso
VEOLOG	51320	BUSSY-LETTREE	Enregistrement	Non Seveso
VEOLOG	51320	BUSSY-LETTREE	Autorisation	Non Seveso
VIVESCIA	51320	BUSSY-LETTREE	Autorisation	Non Seveso
XPO Supply Chain FRANCE	51320	BUSSY-LETTREE	Autorisation	Non Seveso

L'installation industrielle la plus proche est l'établissement d'entreposage CEVA LOGISTICS (auparavant SA TNT), situé au Sud-est du site.

Rubrique IC	Alinéa	Date autorisation	Etat d'activité	Régime autorisé (3)	Activité	Volume	Unité
1412		28/07/2000	A l'arrêt	Inconnu	Gaz inflammables liquéfiés (stockage)	0.000	
1432		28/07/2000	A l'arrêt	Inconnu	Liquides inflammables (stockage)	10.000	m3
1436		21/06/2018	En fonctionnement	Inconnu	Liquides combustibles	80.000	t
1510	1	28/07/2000	En fonctionnement	Autorisation	Entrepôts couverts	396000.000	m3
2255		28/07/2000	A l'arrêt	Inconnu	Alcools de bouche, eaux-de-vie, liqueurs (stockage)	50.000	m3
2910		28/07/2000	En fonctionnement	Inconnu	Combustion	1.950	MW
2925		28/07/2000	En fonctionnement		ACCUMULATEURS (ATELIERS DE CHARGE D')	560.000	kW
4320		21/06/2018	En fonctionnement	Inconnu	Aérosols extrêmement inflammables ou inflammables	15.000	t
4331		21/06/2018	En fonctionnement	Inconnu	Liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3	40.000	t
4510		21/06/2018	En fonctionnement	Inconnu	Dangereux pour l'environnement aquatique 1	16.000	t
4511		21/06/2018	En fonctionnement	Inconnu	Dangereux pour l'environnement aquatique 2	80.000	t
4718		31/05/2016	A l'arrêt	Inconnu	Gaz inflammables liquéfiés de catégorie 1 et 2	0.050	t
4718	1	21/06/2018	En fonctionnement	Inconnu	Pour le stockage en récipients à pression transportables :	6.000	t
4734	2	31/05/2016	A l'arrêt	Inconnu	Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution	43.000	t
4734	2	21/06/2018	En fonctionnement	Inconnu	Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution	43.000	t
4755		31/05/2016	A l'arrêt	Inconnu	Alcools de bouche d'origine agricole et leurs constituants (inflammables)	0.010	t
4755		21/06/2018	En fonctionnement	Inconnu	Alcools de bouche d'origine agricole et leurs constituants (inflammables)	32.000	
4802	2	31/05/2016	En fonctionnement	Inconnu	Gaz à effet de serre fluorés ou substances qui appauvrissent la couche d'ozone	118.000	kg

*Classement ICPE de l'établissement CEVA LOGISTICS, source : Base des installations classées*

Cet établissement se trouve à l'Ouest du site ARROW VATRY LAND, de l'autre côté de la voie de desserte de la ZAC. Il n'est pas susceptible de présenter des risques pour le projet ARROW VATRY LAND.

---

### 4.3.3 La malveillance

Nous n'avons pas retenu l'acte de malveillance comme événement initiateur d'une inflammation.

Cependant, la malveillance constitue la deuxième cause d'incendie dont les événements initiateurs sont connus (12% des cas d'incendie recensés). Les études accidentologiques indiquent que la malveillance semble être à l'origine d'une majorité de cas dont les causes ne peuvent être déterminées de façon définitive.

Ainsi, bien que l'installation ne représente pas une cible particulière au point d'y porter atteinte, le risque existe. Le site sera entouré d'une clôture périphérique.

Le bâtiment sera gardienné par télésurveillance 24h/24 et 7j/7. L'ensemble des alarmes de l'établissement sera reporté en télésurveillance.

---

### 4.3.4 L'origine humaine

La défaillance humaine constitue la 3<sup>ème</sup> cause de déclenchement d'un incendie. Les travaux par point chaud et l'inflammation par une cigarette ont donc été retenus comme événements initiateurs.

Des mesures préventives seront mises en place dans le bâtiment :

- Il sera strictement interdit de fumer à l'intérieur des zones d'entreposage ainsi que dans les bureaux, sauf dans les zones dédiées,
- Le personnel sera formé aux risques,
- L'obtention préalable d'un permis feu sera obligatoire pour tous les travaux par points chauds.

---

### 4.3.5 Les équipements

- **L'installation électrique**

L'ensemble de l'installation électrique sera conforme aux normes en vigueur.

Elle sera contrôlée annuellement par un organisme agréé.

Tous les appareils comportant des masses métalliques seront mis à la terre et reliés par des liaisons équipotentielles. Les circuits seront protégés par des disjoncteurs.

Un interrupteur général placé de façon parfaitement visible permettra de couper l'alimentation électrique. Compte tenu de l'omniprésence d'équipements électriques dans le bâtiment, nous avons considéré qu'ils pouvaient être source potentielle d'inflammation.

- **Le local de charge des batteries**

Les procédés mis en œuvre dans le local de charge des batteries peuvent être à l'origine d'un incendie ou d'une explosion.

Pour ce local technique présentant un risque d'explosion de gaz (hydrogène), les mesures de protection suivantes seront mises en place :

- Ventilation des locaux,
- Parois coupe-feu,
- Asservissement de l'activité de charge à la ventilation mécanique,

En cas de déversement accidentel d'acide, une rétention des acides est prévue dans le local de charge. Il sera également équipé d'un rince œil, pour faire face aux éventuels cas de projection d'acide sur le personnel.

Nous avons considéré l'éventuelle initiation d'un incendie par le local de charge.

**4.3.6 L'activité**

Il n'existe pas de risque spécifique dû à la nature de l'activité projeté dans le bâtiment : la logistique.

Seuls des produits emballés seront manipulés, aucun stockage de type vrac ne sera effectué. Les produits stockés seront placés sur des palettes qui seront rangées dans les zones d'entreposage.

Compte tenu des nombreux allers retours des caristes sur le site, nous avons considéré le risque de manutention comme source d'inflammation.

**4.3.7 Les produits**
















Le bâtiment est destiné à accueillir une activité d'entreposage et de logistique, s'appliquant à des marchandises diverses qui seront classées sous les rubriques 1436, 1450, 1510, 1530, 1532, 2662, 2663-1 2663-2, 4330, 4331 et 4734.

A tous ces produits, il faut associer les emballages habituels : plastiques, carton et papier.

Les produits seront stockés par catégorie et selon les règles de compatibilité indiquées sur les FDS.

Les produits incompatibles ne seront pas stockés à proximité immédiate les uns des autres. Ces règles seront prises en compte dans l'organisation du stockage de l'entrepôt ARROW VATRY LAND.

Les règles de compatibilités sont présentées dans la grille ci-dessous :

									
	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Red	Green	Red	Green	Red	Red	Orange	Red	Red
	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Red	Green	Red
	Red	Green	Green	Green	Green	Orange	Orange	Green	Red
	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Orange	Green	Red
	Red	Red	Red	Orange	Red	Green	Red	Red	Orange
	Red	Orange	Red	Orange	Orange	Red	Green	Orange	Orange

	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Orange	Green	Red
	Red	Red	Red	Red	Red	Orange	Orange	Red	Green

- peuvent être stockés ensemble
- ne doivent être stockés ensemble que si certaines dispositions particulières sont appliquées
- ne doivent pas être stockés ensemble

### 4.3.8 Conclusion

L'inventaire des risques et l'accidentologie nous ont permis de retenir six sources d'inflammation possibles :

- La foudre comme risque naturel,
- La négligence humaine (dont imprudence fumeur) car c'est un facteur humain difficilement maîtrisable,
- Les travaux par point chaud du fait de la nécessité de faire des travaux au cours de la durée de vie du site,
- Une étincelle électrique, de par la présence d'équipements électriques sur le site,
- Le risque lié à la manutention, compte tenu des nombreux allers-retours effectués par les caristes au cours d'une journée de travail dans l'entrepôt,
- Les effets domino liés à un local de charge.

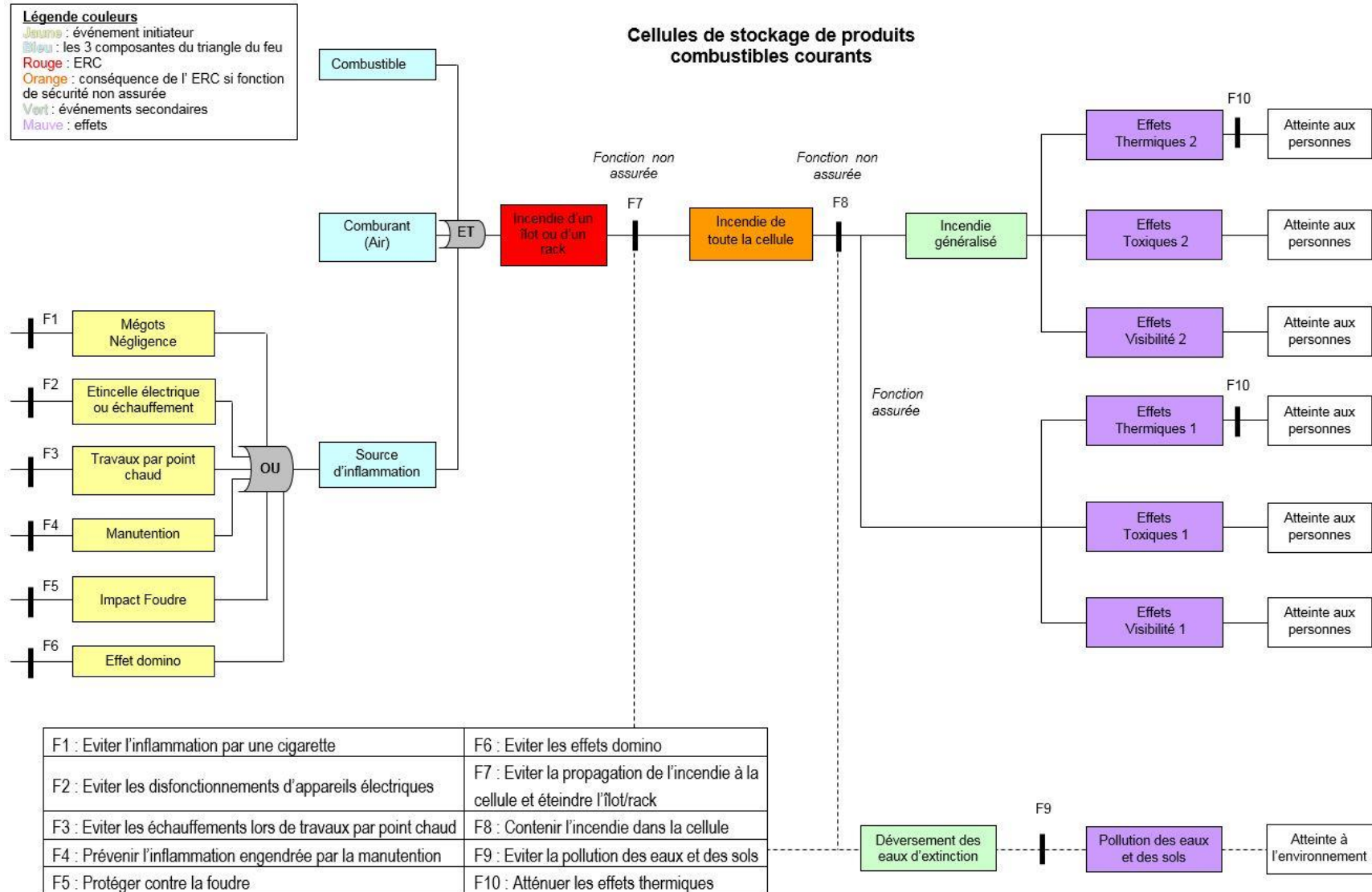
Selon l'annexe II de l'arrêté du 29 septembre 2005 modifiant l'arrêté du 10 mai 2000, l'événement « actes de malveillance » n'est pas à prendre en compte dans l'étude de dangers. Cependant, la malveillance est une des causes principales d'incendie dans les entrepôts et les mesures visant à éviter l'intrusion sur le site ont été étudiées.

## 4.4 Nœuds papillons et fonctions de sécurité

Les fonctions de sécurité ont pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité. Les fonctions de sécurité peuvent être assurées à partir de mesures de maîtrise des risques techniques, organisationnelles ou la combinaison des deux.

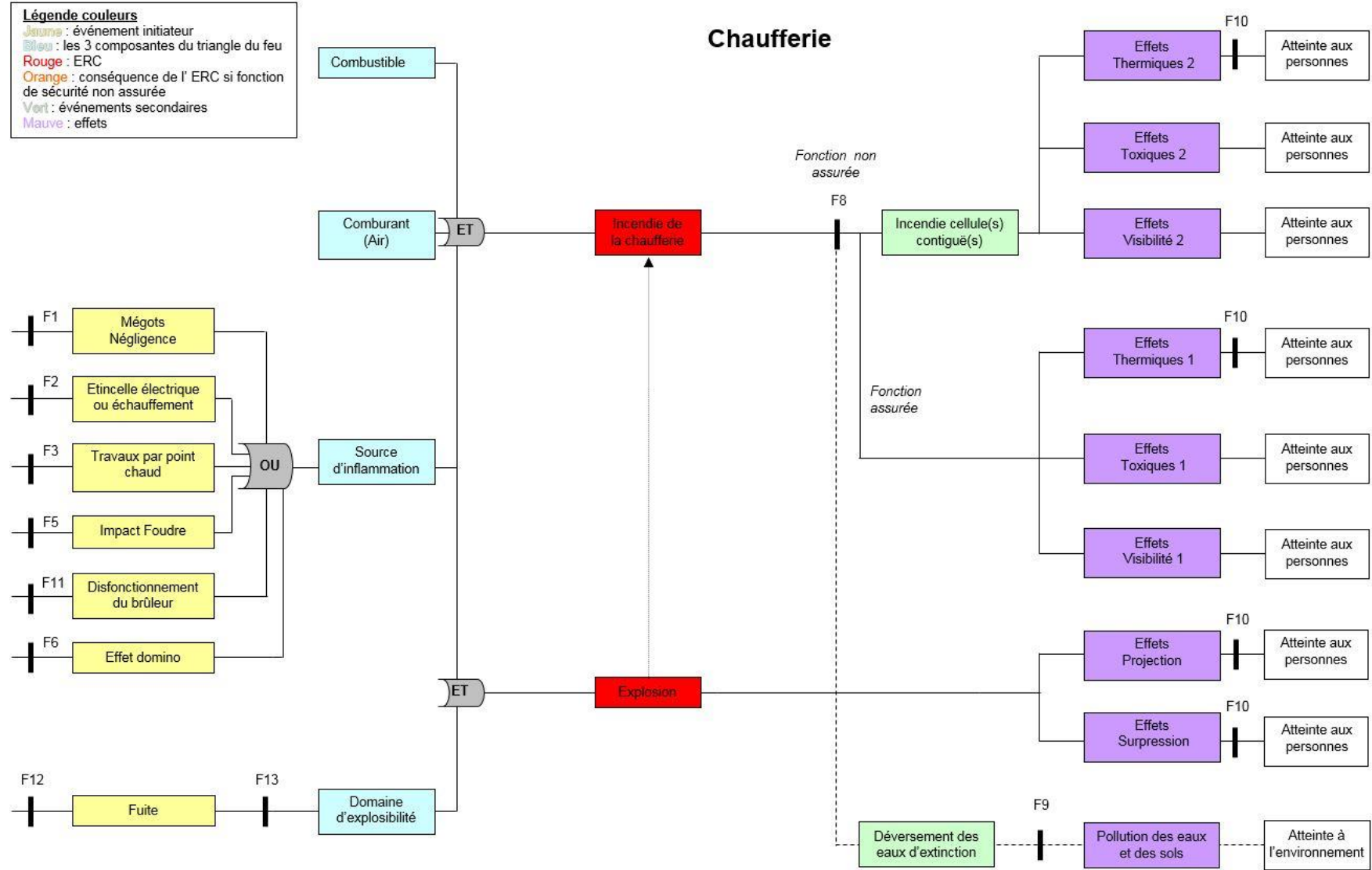
Sur les schémas nœud papillon ci-après apparaissent :

- L'événement redouté central (ERC), au centre de l'enchaînement accidentel. Pour un entrepôt, il s'agit de l'incendie d'un flot de stockage.
- Les événements initiateurs, qui constituent une cause du déclenchement de l'ERC. Ils sont situés en amont, à l'extrémité gauche du schéma.
- Les phénomènes dangereux, source potentielle de dommages.
- Les effets des phénomènes dangereux (thermique, toxique...).
- Les fonctions de sécurité identifiées.





**Légende couleurs**  
 Jaune : événement initiateur  
 Bleu : les 3 composants du triangle du feu  
 Rouge : ERC  
 Orange : conséquence de l'ERC si fonction de sécurité non assurée  
 Vert : événements secondaires  
 Mauve : effets



Cellule de stockage

**Fonctions de sécurité**

F1 : Éviter l'inflammation par une cigarette
F2 : Éviter les dysfonctionnements d'appareils électriques
F3 : Éviter les échauffements lors de travaux par point chaud
F4 : Prévenir l'inflammation engendrée par la manutention
F5 : Protéger contre la foudre
F6 : Éviter les effets domino
F7 : Éviter la propagation de l'incendie à la cellule et éteindre l'îlot/rack
F8 : Contenir l'incendie dans la cellule
F9 : Éviter la pollution des eaux et des sols
F10 : Atténuer les effets thermiques

Dispositifs de sécurité par fonction	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Hauteur de stockage adaptée							X			
Interdiction de fumer	X									
Matériel électrique conforme et entretenu		X			X					
Interrupteur coupure énergie		X								
Permis intervention			X							
Permis feu			X							
Chariots entretenus et formation des caristes				X						
Protection foudre					X					
Nettoyage régulier des abords du site						X				
Éloignement par rapport aux activités extérieures						X				
Conformité aux arrêtés de prescriptions générales						X				
Écrans thermiques (murs)						X				X
Intervention du personnel avec extincteur							X			
Intervention du personnel avec RIA							X			
Système de désenfumage							X	X		
Éloignement des racks entre eux							X			
Extinction automatique faisant office de détection							X			
Intervention du personnel avec RIA/extincteurs sur les quais							X			
Intervention des services de secours							X	X		X
Compartmentage (murs et PCF 2h)								X		
Collecte et rétention des eaux incendie									X	
Résistance mécanique des murs des cellules								X		

Chaufferie

**Fonctions de sécurité**

F1 : Éviter l'inflammation par une cigarette
F2 : Éviter les dysfonctionnements d'appareils électriques
F3 : Éviter les échauffements lors de travaux par point chaud
F5 : Protéger contre la foudre
F6 : Éviter les effets domino
F8 : Contenir l'incendie
F9 : Éviter la pollution des eaux et des sols
F10 : Atténuer les effets thermiques et de surpression
F11 : Éviter l'inflammation par le brûleur
F12 : Éviter les fuites de gaz
F13 : Éviter une accumulation de gaz

Dispositifs de sécurité par fonction	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Interdiction de fumer	X												
Matériel électrique conforme et entretenu		X		X									
Interrupteur coupure énergie		X											
Permis intervention			X							X			
Permis feu			X										
Protection foudre				X									
Nettoyage régulier des abords de bâtiments					X								
Éloignement par rapport aux activités extérieures					X								
Conformité aux arrêtés de prescriptions générales					X								
Écrans thermiques (murs)					X			X					
Intervention du personnel avec extincteur						X							
Système de désenfumage						X							
Intervention des services de secours						X							
Compartimentage (murs et PCF 2 h)						X							
Collecte et rétention des eaux incendie							X						
Capot de protection									X				
Brûleurs à démarrage séquentiel									X				
Protection contre les agressions mécaniques										X			
Contrôle régulier étanchéité										X			
Ventilation											X		
Vanne de coupure manuelle gaz											X		
Système de détection gaz permettant en cas de fuite de couper automatiquement l'alimentation électrique et l'arrivée en combustible											X		
Alerte défaut													X

## 4.5 Étude de la cinétique

### 4.5.1 Cinétique générale de l'incendie

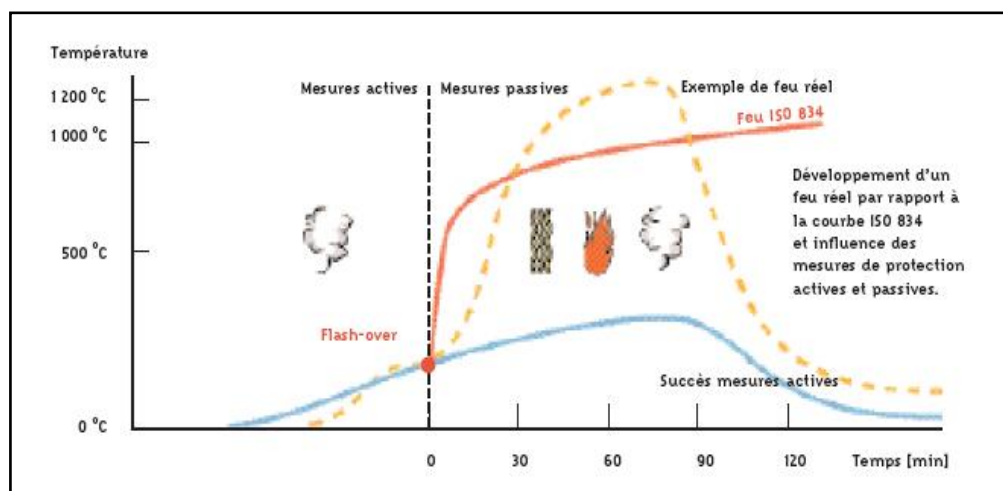
Ce chapitre est destiné à étudier l'adéquation des mesures de maîtrise des risques des fonctions de sécurité avec le déroulement prévisible d'un incendie.

Les produits étant conditionnés en colis fermés, le feu se propage dans un premier temps de façon relativement lente par contact et convection naturelle le long d'une palette.

Ensuite, la propagation du feu s'accélère lorsque le feu passe d'une palette à l'autre, favorisée par l'espacement entre les palettes et la convection qui chauffe préalablement les cartons. L'inflammation des faces externes atteint ensuite les produits conditionnés. On peut obtenir alors une propagation rapide du feu à tous les racks.

La variation de température avec le temps lors d'un incendie est modélisée par la courbe ISO ci-dessous.

Après 15 minutes, la température est de 745°C et augmente de 100°C à chaque fois que l'on double le temps.



Dans le cas d'un incendie d'entrepôt, on sait que la vitesse de propagation (différente de la vitesse de combustion) est telle que dans la majorité des cas, l'embrasement généralisé à la totalité de la surface est atteint en moins d'une heure après l'allumage. La rapidité d'intervention est donc capitale.

- **Phase de démarrage du feu, puis déclenchement**

La rapidité est fonction du combustible, de sa forme, de la ventilation et du type de source d'allumage.

Durant la phase de feu couvant, la température est localisée au point d'ignition. Les premiers gaz et la fumée apparaissent. Dans le local, la température varie d'un point à un autre.

Ensuite, le foyer devient vif mais reste encore localisé. Le rayonnement ou le contact des flammes atteint les matières proches ; les gaz chauds se dégagent et emplissent le volume.

Dans les premières minutes, avant le flash over, les dispositifs de sécurité correspondant à la fonction « Eviter la propagation de l'incendie à la cellule et éteindre l'îlot/rack » sont le système d'extinction automatique et l'intervention du personnel avec extincteur ou RIA,

➤ **Le système de détection et d'extinction automatique**

Les sprinklers de type ESFR (Early Supression Fast Response) servent réellement à éteindre l'incendie. Ils lâchent un plus grand volume d'eau avec une plus grande puissance, directement dans et sur la colonne de feu. Le déflecteur de l'ESFR crée un large champ d'arrosage ; de ce fait un incendie entre les sprinklers peut être maîtrisé. Entre temps, l'orifice d'arrosage maintient sa grande force vers le bas pour atteindre et éteindre le foyer qui se trouve directement dessous.

Les têtes sont généralement calibrées pour déclencher vers 68°C. Ainsi, la tête déclenche moins de 50 secondes après le début de l'inflammation, ce qui permet une extinction quasi immédiate du départ de feu.

Pour un sprinkler de type ESFR, 12 à 16 têtes à fort débit peuvent être alimentées durant 60 minutes.

L'ensemble du système est dimensionné pour fonctionner pendant au moins 2 heures.

Sur une période de 25 ans en Europe, on constate que sur 7 651 incendies, 73 % sont maîtrisés avec 5 têtes de sprinkler ou moins, 95 % avec 30 têtes ou moins.

En France, 50 % des sinistres ont été maîtrisés avec une tête, 85 % avec 5 têtes ou moins, 97 % avec 30 têtes ou moins.

➤ **L'intervention humaine avec extincteurs et RIA**

Le délai de mise en œuvre dépend de la formation du personnel à ce genre de manœuvres. Un extincteur classique a une durée d'action de 15 à 30 s. En règle générale, un départ de feu avec extincteur à proximité peut être maîtrisé en 10 à 20 s.

Type d'extincteur	Durée d'utilisation	Distance d'attaque
Eau pulvérisée 6 litres	40 s	3 m
Eau pulvérisée + additifs 6 litres	40 s	3 à 4 m
Poudre 6 kg	16 s	4 à 5 m
CO <sub>2</sub> 2 kg	7 s	1 m

Les RIA sont un complément à l'intervention avec extincteur. Leur temps de mise en œuvre est plus long mais leur durée d'utilisation est par contre de plusieurs heures (contre quelques secondes pour les extincteurs).

Au-delà des premières minutes, le feu est trop développé pour que le personnel de l'établissement intervienne.

• **Embrassement généralisé**

Les gaz chauds accumulés portent les combustibles présents à leur température d'inflammation et l'ensemble du volume s'embrase brutalement (flash over). L'incendie

atteint son point maximal. La présence de gaz inflammables peut également provoquer des déflagrations plus ou moins violentes.

La température dans le local en feu augmente, les couches supérieures de gaz s'enflamment, le front des flammes qui se propage le long du plafond est le roll over, il précède, aux environs de 500°C un embrasement spontané. Le feu se développe totalement.

Les dispositifs de sécurité pour la fonction « Contenir l'incendie dans la cellule » sont le compartimentage coupe-feu de degré 2 h au minimum et le système de désenfumage. L'intervention des services de secours pourra permettre le renforcement de cette barrière de sécurité.

➤ Compartimentage coupe-feu de degré 2 h

La tenue au feu des éléments de toiture étant de l'ordre d'une demi-heure, la couverture va rapidement tomber. La chute de la toiture gêne la progression de l'incendie et abaisse son intensité en entravant l'arrivée d'air dans les foyers de combustion.

Une analyse du TNO (Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO), en français : Organisation néerlandaise pour la recherche scientifique appliquée) sur un dossier entrepôt indiquait que « même dans le cas d'un incendie d'une durée supérieure à 2 h, la chute de la toiture réduit l'intensité du feu par rapport à un incendie dans un compartiment fermé qui est simulé par la courbe ISO. Il est donc probable que le mur séparatif reste debout pendant beaucoup plus de 2 h ».

En effet, un mur coupe-feu est un mur qui remplit ses fonctions pendant au moins le temps prescrit quand il est exposé aux conditions d'un feu dit standard, c'est-à-dire un feu dont la température suit la courbe ISO 834. Or les modélisations ont montré que le développement d'un feu réel n'est jamais identique à celui de l'incendie conventionnel défini par la courbe ISO 834 où la température augmente indéfiniment dans le temps.

Les portes sont également au minimum coupe-feu de degré 2 h et leur fermeture (compartimentage de la cellule) sera asservie au déclenchement de l'installation d'extinction automatique d'incendie (installation sprinkler).

Selon les normes NFS 61-937 -1,2 et 3, le temps de fermeture de ces portes est de 30 secondes environ, délai permettant une fermeture des portes avant que le feu ne puisse se propager à la cellule adjacente.

➤ Le système de désenfumage

De par sa nature confinée, un entrepôt est sujet à des problèmes importants de visibilité lors d'un incendie.

Le désenfumage permet d'améliorer la visibilité, de réduire la concentration en gaz toxiques, de réduire la température et le flux de chaleur, de conserver un taux d'oxygène acceptable dans la cellule.

Les cantonnements qui s'opposent à l'écoulement latéral des fumées permettent une meilleure efficacité des exutoires.

Selon la norme NF EN 1201-2 et la règle R17 de l'APSAD, le temps d'ouverture des exutoires est d'environ 60 secondes. Le fusible est calibré pour que l'ouverture ne se produise qu'après le fonctionnement du sprinkler.

En cas de non-déclenchement des exutoires, les commandes manuelles permettent d'assurer leur ouverture.

- L'intervention des Services de Secours

Le Service Départemental d'Incendie et de Secours est susceptible de mettre en œuvre des moyens provenant du ou des départements voisins.

---

#### 4.5.1.1 La cinétique de l'explosion dans la chaufferie gaz

Une explosion de gaz mélangé à l'air est une explosion résultant d'une combustion à vitesse élevée. Une flamme se propage dans le mélange à une vitesse de 1 à 10 m/s selon la réactivité du combustible et les proportions du mélange.

Cette flamme projette devant elle des ions propageant la réaction de combustion dans le mélange frais. Les gaz résultant de la combustion (CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O notamment) sont répartis à l'arrière du front de flamme, sur laquelle ils exercent une poussée.

Les effets thermiques d'une explosion sont dus au rayonnement de la flamme et des gaz chauds de combustion.

De par la cinétique particulièrement rapide d'une explosion, il est fondamental d'agir en amont.

Les mesures mises en place sont :

- un dispositif de coupure manuelle de l'arrivée en combustible disposé à l'extérieur du local
- deux vannes indépendantes et redondantes de coupure de l'alimentation gaz assujetties chacune à un pressostat et un détecteur gaz
- un système de détection gaz permettant en cas de fuite de couper automatiquement l'alimentation électrique et l'arrivée de combustible
- un brûleur à démarrage séquentiel
- coupure de l'alimentation en cas de variations de plus de 10 % de la pression de gaz aux postes de détente

Ces mesures permettent, en combinaison avec la ventilation, de réduire considérablement les risques d'accumulation de gaz.

---

#### 4.5.1.2 Conclusion

Dans la mesure où les équipements sont entretenus régulièrement, les mesures de maîtrise des risques permettant d'éviter la propagation du feu sur un rack à la cellule sont en adéquation avec la cinétique d'un incendie et permettent d'éteindre le feu avant son développement.

En cas de non-fonctionnement du sprinklage, la structure des cellules est faite pour que les murs tiennent au moins 2 heures au feu, ce qui est tout à fait compatible avec les délais d'intervention des Sapeurs-Pompiers.

Concernant la chaufferie gaz, si la cinétique d'une explosion est incompatible avec une intervention, toutes les mesures sont prises en amont pour réduire au maximum le risque d'accumulation de gaz dans une chaufferie.



## 5 PHÉNOMENES DANGEREUX

### 5.1 Étude des effets de surpression : l'explosion de la chaudière

Dans la chaufferie gaz, une fuite de gaz se développe.

#### 5.1.1 Méthode utilisée

L'objectif de l'étude est de déterminer les effets de surpression perçus par l'environnement lors d'une explosion dans la chaufferie.

#### Hypothèses

Plusieurs hypothèses fondamentales sont nécessaires pour envisager la détermination des conséquences de l'explosion.

- Il faut supposer que le système de détection gaz a été totalement défaillant et qu'il n'a pas permis d'arrêter l'alimentation en gaz de la chaufferie, ni d'alerter le personnel.
- Il faut considérer que la ventilation n'a pas permis d'évacuer le gaz et que la proportion de gaz accumulée est comprise entre la LIE et la LSE.

Nous considérons, pour l'explosion :

- Une faible fuite de méthane entraîne la formation d'une poche de gaz, stagnant au plafond,
- La totalité du volume est remplie d'un mélange air/méthane à la stœchiométrie.

#### Remarques sur les valeurs retenues

En ce qui concerne les effets sur l'homme, les valeurs retenues correspondent aux valeurs de référence relatives aux seuils d'effet thermiques définies dans l'arrêté du 29 septembre 2005.

En ce qui concerne les effets sur les structures, la valeur référence retenue dans la modélisation correspond au seuil des effets domino :

Seuils d'effets de surpression : effets sur l'homme (arrêté du 29 septembre 2005)	
Rayonnement reçu	Conséquences
20 mbar	Seuil des effets irréversibles délimitant la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme
50 mbar	Seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine
140 mbar	Seuil des effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine
200 mbar	Seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine

Seuils d'effets de surpression : effets sur les structures (arrêté du 29 septembre 2005)	
Rayonnement reçu	Conséquences
20 mbar	Seuil des destructions de vitres significatives.
50 mbar	Seuil des dégâts légers sur les structures
140 mbar	Seuil des dégâts graves sur les structures
200 mbar	Seuil des effets domino
300 mbar	Seuil des dégâts très graves sur les structures

### 5.1.2 Calculs des effets de surpression

- **Méthode utilisée**

La méthode de calcul utilisée est le modèle multi-énergie. Celui-ci se base sur le principe que l'explosion d'un nuage de gaz ne se fait que dans la portion de gaz inflammable qui est partiellement confinée.

Le principe est de convertir le volume égal à la zone encombrée par le nuage en une demi-sphère de concentration stœchiométrique et de volume équivalent.

- **Caractéristiques de la chaufferie**

Les caractéristiques de la chaufferie sont :

	Surface	Hauteur	Volume
Chaufferie	45 m <sup>2</sup>	6 m	270 m <sup>3</sup>

- **Calcul des effets de surpression**

On utilise la formule suivante :

$$\bar{R} = R_c \times \left(\frac{P_0}{E}\right)^{1/3}$$

Où :

$\bar{R}$  est la distance réduite (sans dimension)

R est le rayon caractéristique (m)

$P_0$  est la pression atmosphérique (Pa)

E est l'énergie produite (J)

#### Détermination du volume du nuage explosible

Dans notre cas, le volume du nuage explosible pris en compte est le volume global de la chaufferie, soit 270 m<sup>3</sup>.

#### Choix du degré de sévérité (ou indice de violence)

L'indice de violence correspond au niveau de surpression maximal produit par l'explosion. A chaque indice de violence est associée une courbe de décroissance des surpressions aériennes. Dans le cas de la méthode multi énergie, les indices sont notés de 1 à 10 et correspondent aux niveaux de surpression suivants :

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

Kinsella, en 1993 a proposé de choisir les indices de violence d'explosion en considérant :

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

Energie d'inflammation		Le degré d'encombrement			Le degré de confinement		Indice
Faible	Forte	Fort	Faible	Inexistant	Existant	Inexistant	
<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	7-10
<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	7-10
<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	5-7
<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	5-7
<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	4-6
<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	4-6
<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	4-5
<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	4-5
<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	3-5
<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	2-3
<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	1-2
<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	1

Dans ce tableau, l'énergie d'inflammation est à considérer comme :

- forte lorsqu'une explosion confinée peut être à l'origine de l'inflammation du nuage,
- faible lorsque la source d'inflammation potentielle se limite aux sources courantes comme les surfaces chaudes, les étincelles.

Le degré d'encombrement est

- fort lorsque le volume des obstacles correspond à plus de 30% du volume total de la zone encombrée, l'espace entre obstacles étant inférieur ou égal à 3 m,
- faible lorsque des obstacles existent mais que les conditions précédentes ne sont pas simultanément satisfaites,

- inexistantes lorsqu'il n'y a pas d'obstacle dans le nuage inflammable.

Le confinement est à considérer de façon binaire comme :

- existant lorsque le nuage inflammable est confiné par des surfaces solides sur 2 à 3 faces
- inexistant si la seule surface solide à considérer est le sol.

Suivant le tableau présenté ci-dessus, nous avons déterminé pour la chaufferie de l'établissement :

- **Une énergie d'inflammation faible** : une énergie d'inflammation est à considérer comme faible lorsque la source d'inflammation potentielle se limite aux sources courantes comme les surfaces chaudes ou les étincelles ce qui est le cas pour la chaufferie.
- **Un degré d'encombrement faible** : en cas de formation d'un nuage explosible dans la chaufferie, le seul obstacle présent sera la chaudière elle-même. Cet obstacle représente moins de 30% du volume global de la chaufferie.
- **Un degré de confinement existant** puisque le nuage inflammable est confiné dans la chaufferie.

Le tableau de Kinsella nous donne suivant ces trois critères un indice de violence compris entre 3 et 5.

Nous avons retenu pour la modélisation un indice de sévérité **3**.

#### Calcul de l'énergie de combustion

Il faut calculer l'énergie de l'explosion de gaz à partir de l'équation de Brode (en Joules).

$$E = 3 \times V \times (P_{\max} - P_a)$$

Avec

V : volume de l'enceinte considérée (ici 270 m<sup>3</sup>)

P<sub>max</sub>-P<sub>a</sub> = surpression maximale dans le nuage en Pa. Dans notre cas, la surpression maximale est de 200 mbar.

L'énergie de combustion est donc **16 200 kJ** dans notre cas.

#### Calcul du rayon caractéristique

Il faut calculer l'énergie de l'explosion de gaz à partir de l'équation de Brode (en Joules).

$$R_c = \left(\frac{E}{P_0}\right)^{1/3}$$

Avec

P<sub>0</sub> étant la pression atmosphérique en Pascal

Dans notre cas, le rayon caractéristique est de **5,4 m**.

#### Détermination de $\bar{R}$ aux différentes surpressions

Il s'agit d'utiliser la courbe multi énergie indice 5 pour déterminer la distance réduite  $\bar{R}$  associée aux surpressions de 20, 50, 140 et 200 mbar.

Surpression	R̄ correspondante
20 mbar	5
50 mbar	2
140 mbar	0,8
200 mbar	Non perçu

Résultats

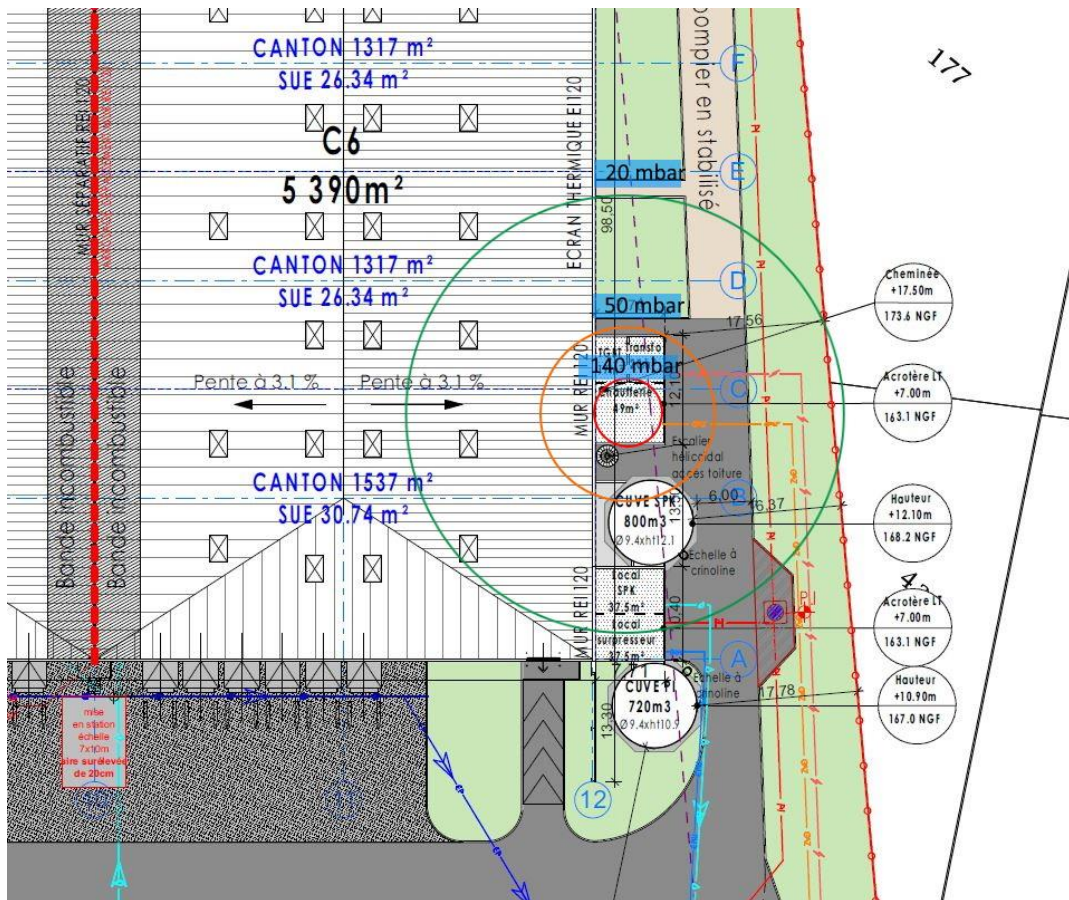
La distance X entre le centre du nuage et le seuil de surpression est défini selon :

$$X = \bar{R} \times R_c$$

Surpression	Distance d'effets
20 mbar	27,1 mètres
50 mbar	10,9 mètres
140 mbar	4,3 mètres
200 mbar	A l'intérieur du local uniquement

Conclusions

La distance entre la chaufferie et les limites de la propriété est de 20 m. Les zones SEI (50 mbar) et SEL (140 mbar) ne sortent donc pas des limites de propriété.



Carte des distances d'effets de surpression de la chaufferie

## 5.2 Étude des effets thermiques : l'incendie d'une cellule

Dans une des cellules du bâtiment, un incendie se développe.

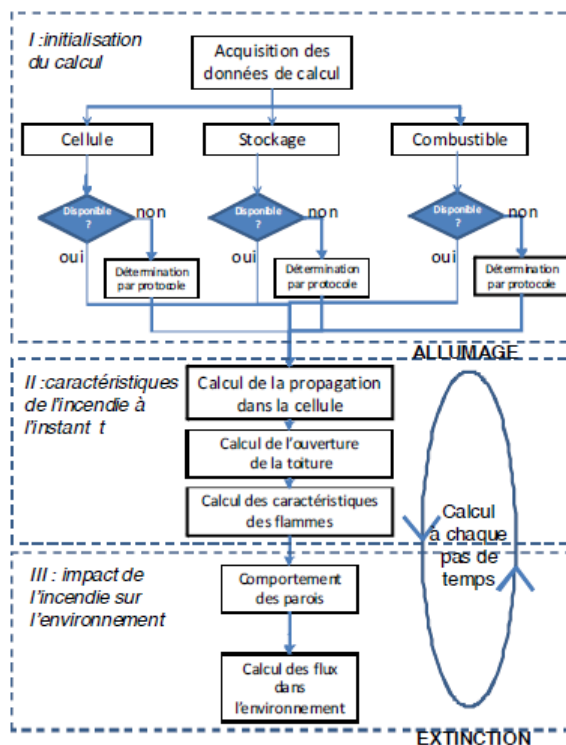
L'objectif de l'étude est de déterminer les flux thermiques perçus par différentes surfaces exposées au rayonnement généré par un incendie dans une cellule.

### 5.2.1 Présentation de l'outil FLUMILOG

Le logiciel a été développé par l'INERIS, le CNPP, le CTICM, l'IRSN et EFACTIS France à partir d'essais grandeur réelle pour la modélisation des incendies d'entrepôts.

Les différentes étapes de la méthode sont présentées sur le logigramme ci-après :

- Acquisition et initialisation des données d'entrée,
  - données géométriques de la cellule, nature des produits entreposés,
  - mode de stockage,
  - détermination des données d'entrées pour le calcul : débit de pyrolyse en fonction du temps, comportement au feu des toitures et parois...
- Détermination des caractéristiques des flammes en fonction du temps (hauteur moyenne et émittance). Ces valeurs sont déterminées à partir de la propagation de la combustion dans la cellule, de l'ouverture de la toiture.
- Calcul des distances d'effet en fonction du temps. Ce calcul est réalisé sur la base des caractéristiques des flammes déterminées précédemment et de celles des parois résiduelles susceptibles de jouer le rôle d'obstacle au rayonnement.



*Description de la méthode de calcul des effets thermiques produits par un feu d'entrepôt Partie A*

L'objectif des modélisations est de déterminer les distances de perception des flux thermiques de :

- **8 kW/m<sup>2</sup>** pour le seuil des effets domino correspondant au seuil de dégâts grave sur les structures.
- **5 kW/m<sup>2</sup>** pour le seuil des effets létaux délimitant la zone des dangers graves pour la vie humaine ;
- **3 kW/m<sup>2</sup>** pour le seuil des effets irréversibles délimitant la zone des dangers significatifs pour la vie humaine.

Les calculs sont réalisés sur la base des dispositions constructives du projet.  
La version de logiciel FLUMILOG utilisée est la V5.5.0.0 – outil de calcul V5.52.

Les fichiers de résultats sont présentés en annexe pour les modélisations « une cellule » et pour les modélisations « trois cellules ».

## 5.2.2 Incendie d'une cellule de produits combustibles

Pour l'incendie des cellules de stockage de produits combustibles, la modélisation a été réalisée à partir de la méthode de calcul FLUMILOG V5.5.0.0 – outil de calcul V5.52.

### 5.2.2.1 Données d'entrée

- **Caractéristiques géométriques des cellules de stockage**

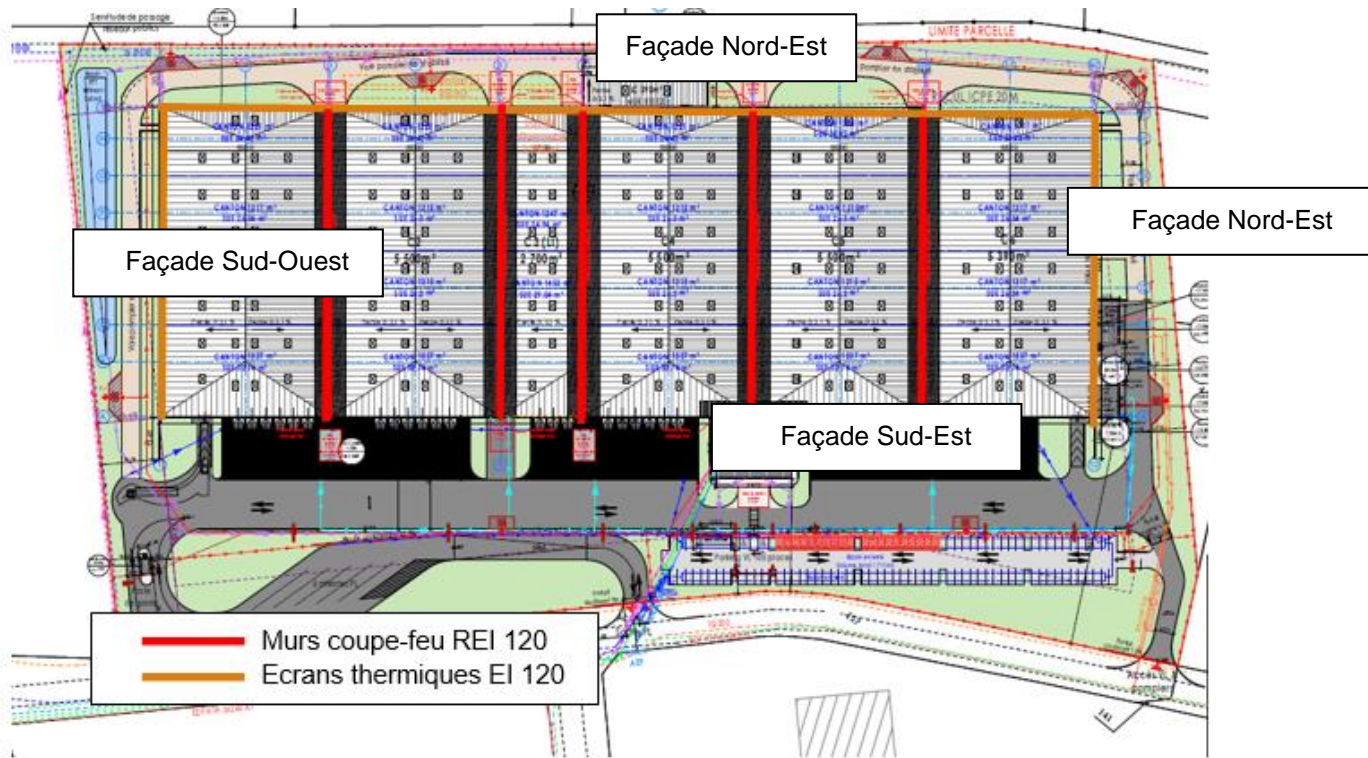
	Cellules 1, 2 et 4	Cellule 3	Cellule 5
Longueur	100,5 m	100,5 m	98,0 m
Largeur	55,0 m	27,0 m	55,0 m
Hauteur sous bac moyenne	13,20 m	13,20 m	13,20 m

- **Caractéristiques de l'entrepôt**

Résistance au feu des poutres	60 min
Résistance au feu des pannes	15 min
Matériaux constituant la couverture	Bac acier avec étanchéité multicouche
% d'exutoires en surface utile	2 %

- **Caractéristiques des parois extérieures**

Les modélisations ont été réalisées avec prise en compte des écrans thermiques REI 120 sur les façades Sud-Ouest, Nord-Ouest et Nord-Est du bâtiment.



Emplacement des écrans thermiques coupe-feu 2h

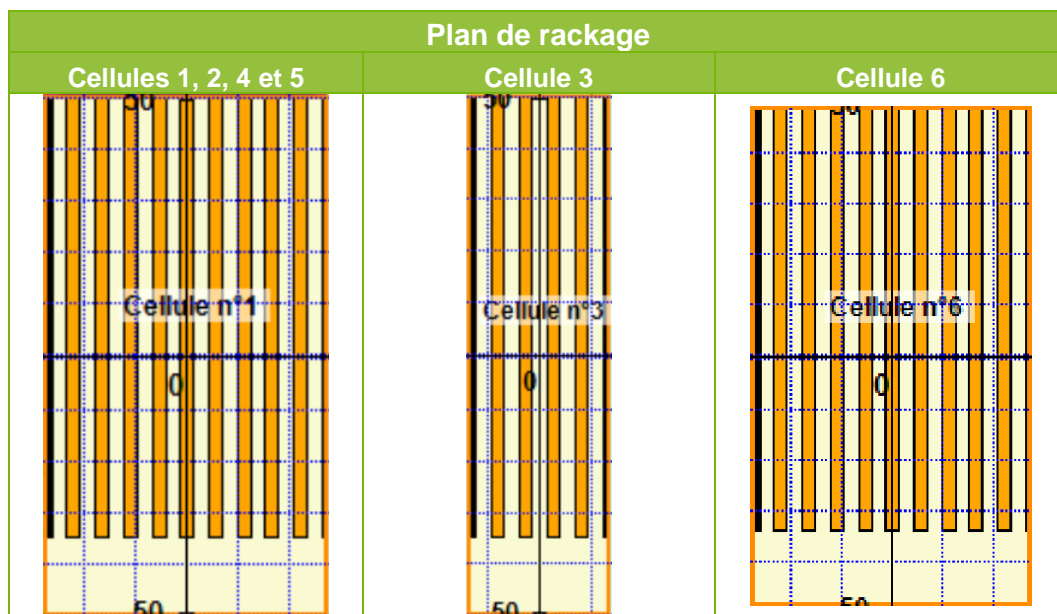
- Modes de stockage dans les cellules

Cellules	1, 2, 4, 5	3	6
Nombre de niveaux	6	6	6
Mode de stockage	Racks	Racks	Racks
Longueur du stockage (m)	85,5	85,5	83
Longueur de préparation A (m)	0	0	0
Longueur de préparation B (m)	15	15	15
Déport latéral $\alpha$ (m)	0	0	0
Déport latéral $\beta$ (m)	0	0	0
Hauteur maximale de stockage (m)	11,3	11,3	11,3
Hauteur du canton (m)	1	1	1
Écart entre le haut de stockage et le canton (m)	0,9	0,9	0,9
Nombre de double rack	9	4	9

Façade Sud-Est



Largeur d'un double rack (m)	2,4 m	2,4 m	2,4 m	
Nombre de rack simples	2	2	2	
Largeur d'un rack simple (m)	1,2 m	1,2 m	1,2 m	
Largeur des allées entre les racks (m)	3,1 m	3,0	3,1 m	



- **Marchandises entreposées**

La hauteur de stockage maximale prise en compte pour la modélisation des flux thermiques dans les cellules est égale à 11,3 mètres.

Le guide d'application de l'arrêté ministériel du 11 avril 2017 indique en effet que pour les plastiques 2662 et 2663 on peut n'utiliser que la palette type 2662 et que pour le bois (1532), les papiers et cartons (1530) on peut n'utiliser que la palette type 1510.

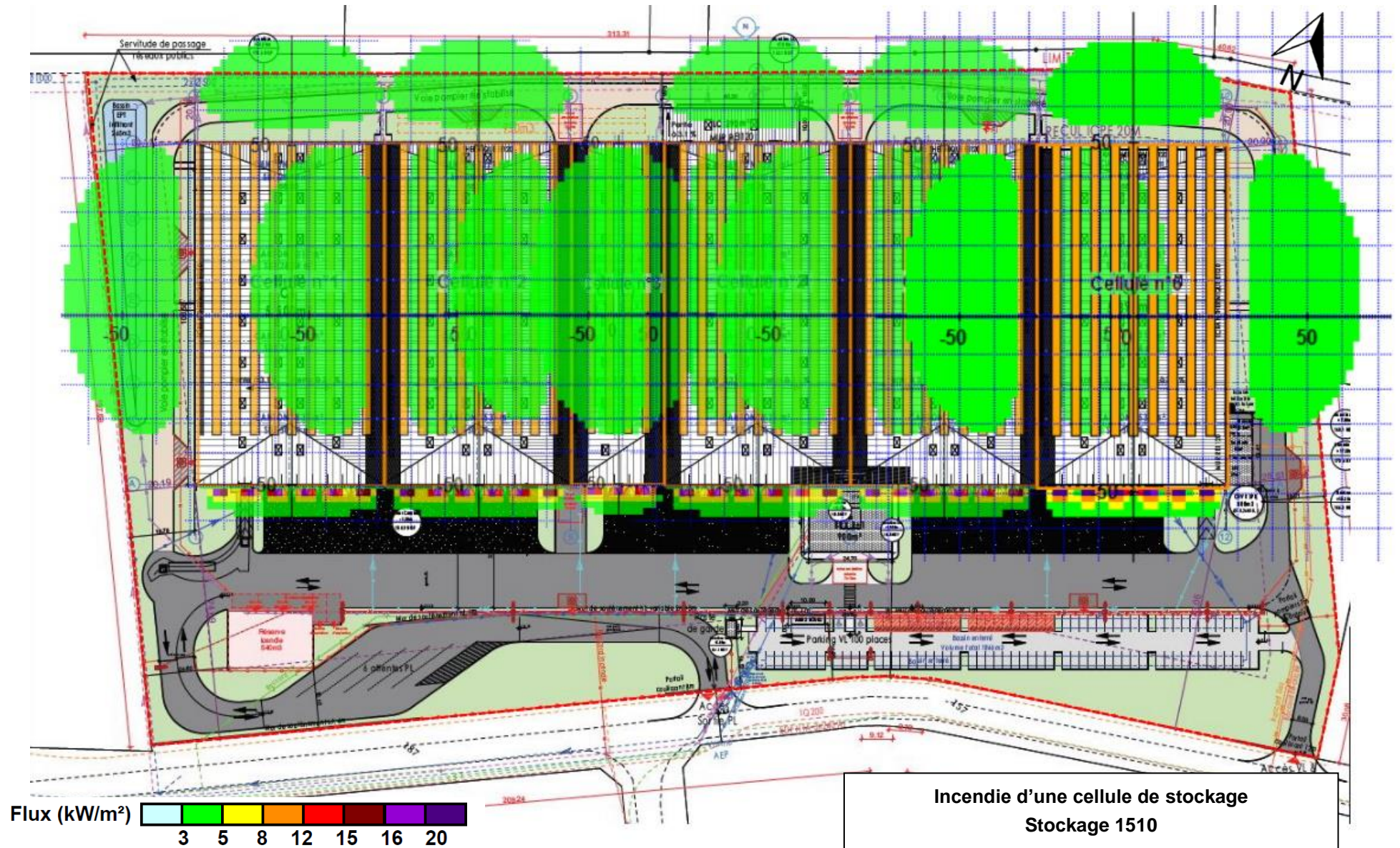
Pour chaque type de produits, la composition de la palette retenue pour la modélisation diffère :

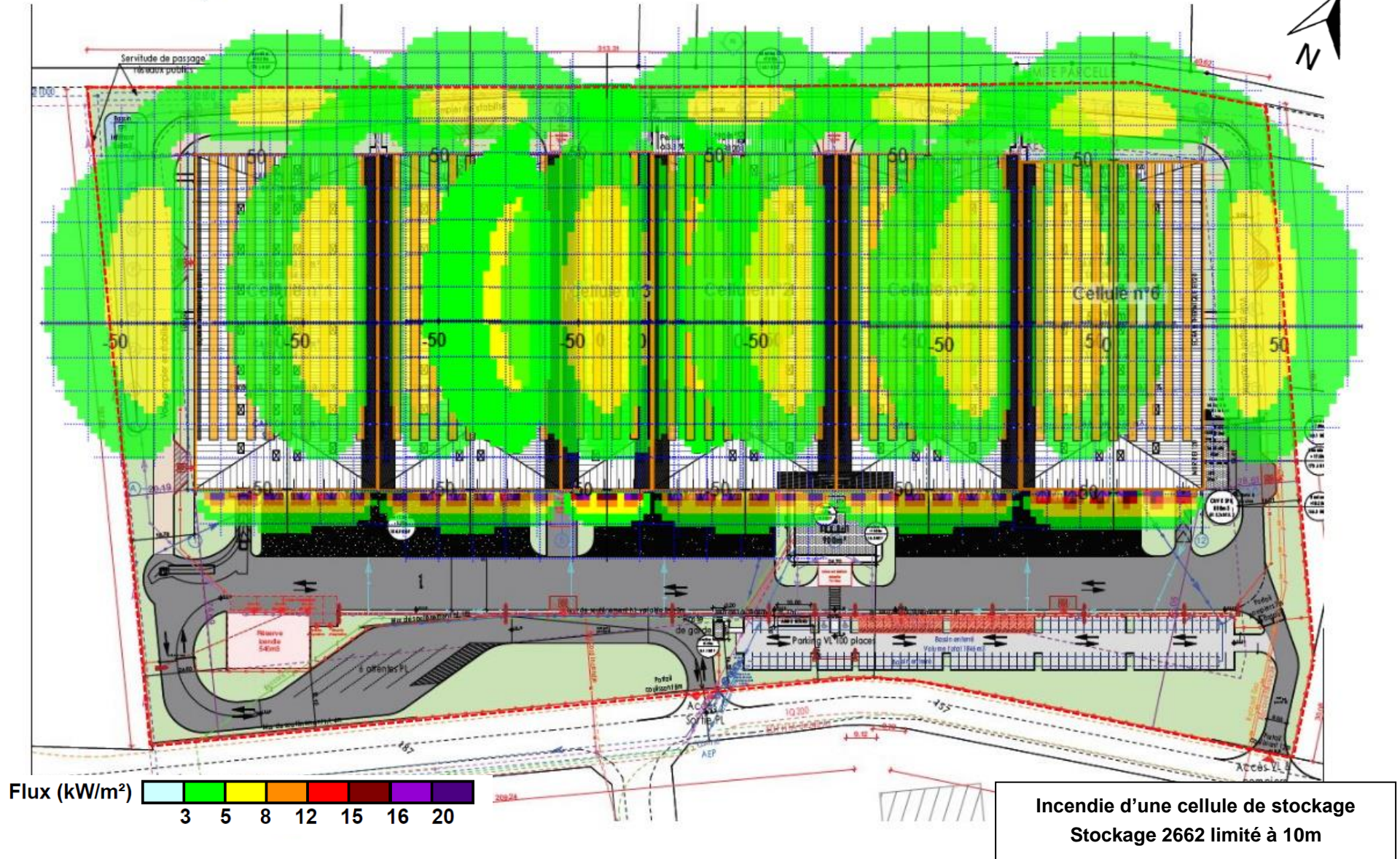
- Modélisation 1510 : palette type 1510,
- Modélisation 1530 : palette type 1510,
- Modélisation 1532 : palette type 1510,
- Modélisation 2662 : palette type 2662,
- Modélisation 2663 : palette de 500 kg constituée de 225 kg polyéthylène, de 90 kg de PVC, 135 kg de caoutchouc et de 50 kg de bois.

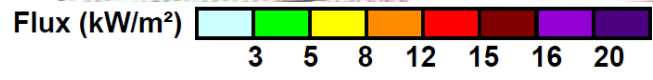
La hauteur maximale de stockage est de 11,3 m sauf pour la rubrique 2662 où elle est limitée à 10 m.

---

#### **5.2.2.2 Résultats obtenus**







Incendie d'une cellule de stockage  
Stockage 2663

- **Conclusion**

Pour les stockages 1510 et 2663, le flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup> est contenu dans les limites de propriétés.

Pour le stockage 2662 limité à 10 mètres, le flux de 5 kW/m<sup>2</sup> sort de 5 mètres hors des limites du site côté Nord-est et impacte une surface d'environ 200 m<sup>2</sup>.

Ce terrain est actuellement non aménagé et peu fréquenté.

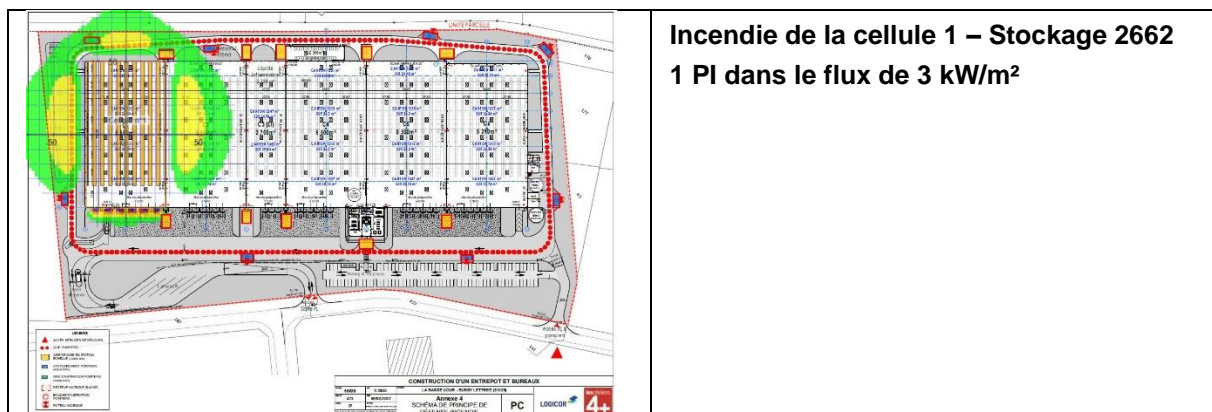
### 5.2.2.3 Impact des flux thermiques sur l'accessibilité du site aux services de secours

Des aires de mise en station des engins échelles seront implantées à une distance d'un mètre pour celles implantés perpendiculairement à la façade et à moins de 8 mètres pour celles implantés parallèlement à la façade. Elles seront enfin surélevées d'au moins 20 centimètres de manière à ne pas être impactée par les eaux d'extinction incendie.

Nous ne savons pas respecter ces distances d'éloignement en maintenant les aires hors d'un flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup>. Il est donc prévu la mise en œuvre de colonnes sèches permettant l'arrosage des murs coupe-feu séparatifs (rampes d'aspersion posées au-dessus de l'acrotère des murs séparatifs). Ces rampes seront alimentées par le SDIS au moyen de raccords normalisés en pied de façade.

L'établissement sera équipé de 8 poteaux incendie. A chaque poteau incendie sera associée une aire de stationnement de 4 x 8 m.

En cas d'incendie, certains poteaux incendie peuvent être impactés par le flux de 3 kW/m<sup>2</sup>, mais cela concernera dans le cas le plus défavorable 2 poteaux sur 8.



	<p><b>Incendie de la cellule 2 – Stockage 2662</b> Aucun PI dans le flux de 3 kW/m<sup>2</sup></p>
	<p><b>Incendie de la cellule 4 – Stockage 2662</b> Aucun PI dans le flux de 3 kW/m<sup>2</sup></p>
	<p><b>Incendie de la cellule 5 – Stockage 2662</b> 1 PI dans le flux de 3 kW/m<sup>2</sup></p>
	<p><b>Incendie de la cellule 6 – Stockage 2662</b> 2 PI dans le flux de 3 kW/m<sup>2</sup></p>

### 5.2.3 Incendie de la cellule de stockage d'alcools de bouche

Pour l'incendie des cellules de stockage d'alcools de bouche, la modélisation a été réalisée à partir de la méthode de calcul FLUMILOG V5.5.0.0 – outil de calcul V5.52.

#### 5.2.3.1 Données d'entrée

- **Caractéristiques géométriques des cellules de stockage**

	<b>Cellules 1, 2, 4 et 5</b>	<b>Cellule 6</b>
Longueur	100,5 m	98,0 m
Largeur	55,0 m	55,0 m
Hauteur sous bac moyenne	13,20 m	13,20 m

- **Caractéristiques de l'entrepôt**

Résistance au feu des poutres	60 min
Résistance au feu des pannes	15 min
Matériaux constituant la couverture	Bac acier avec étanchéité multicouche
% d'exutoires en surface utile	2 %

Pour ce stockage, la taille de la cellule correspond à la zone de stockage des alcools de bouche.

- Modes de stockage dans la cellule

La modélisation est basée sur le stockage de liquides inflammables suivant :

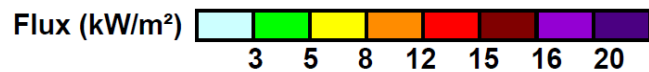
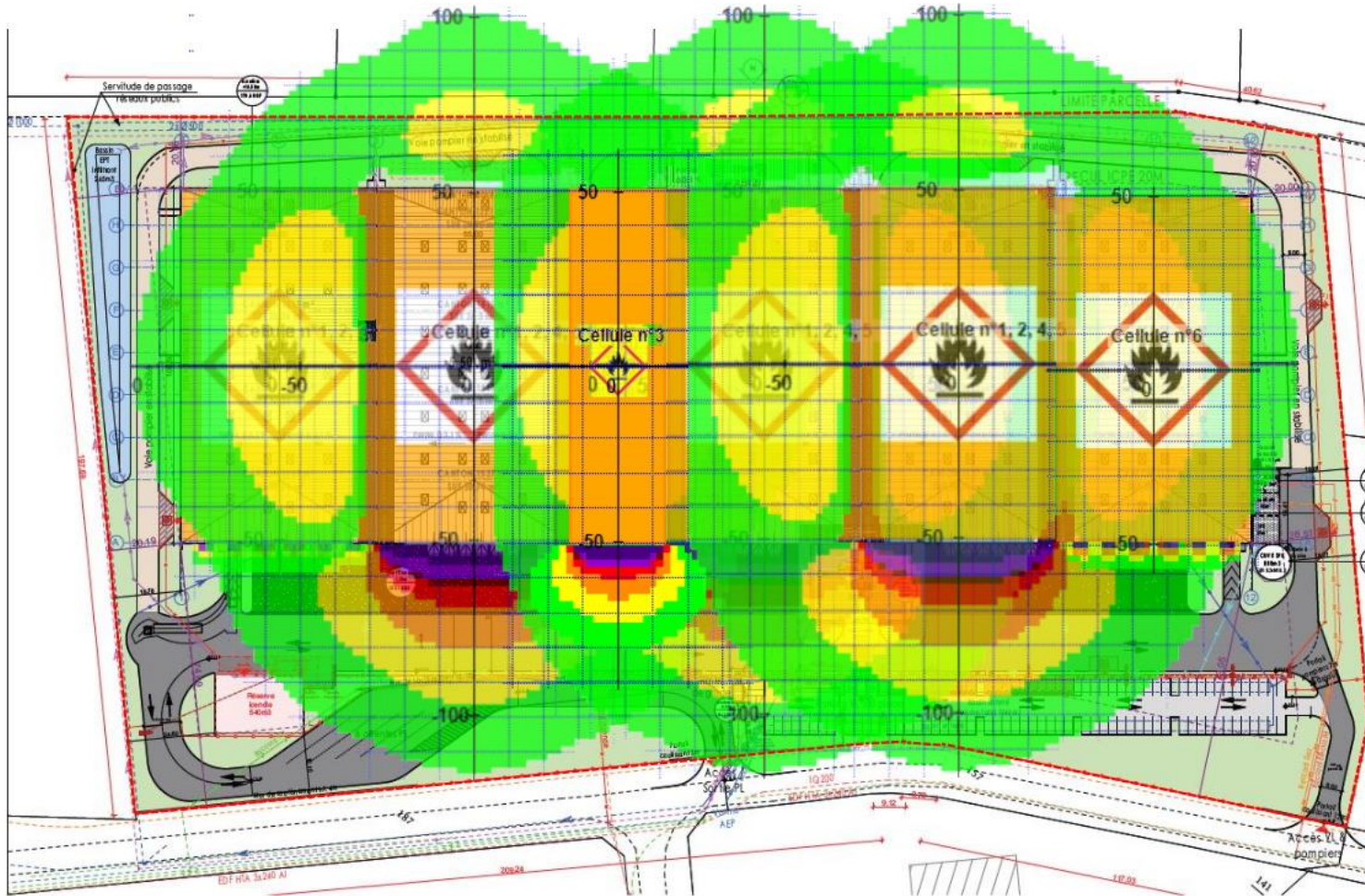
<b>Cellule</b>	<b>Stockage</b>
Cellule 1	270 t
Cellules 2, 4 et 5	690 t
Cellule 3	500 t
Cellule 6	250 t

- Marchandises entreposées

Pour cette modélisation, la composition de la palette retenue est la palette type Liquides Inflammables.



### 5.2.3.2 Résultats obtenus



Incendie d'une cellule de stockage  
Stockage 4755

• **Conclusion**

En cas d'incendie de cette cellule, le flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup> sort de 8 mètres hors des limites du site côté Nord-ouest et impacte une surface d'environ 400 m<sup>2</sup>. Ce terrain est actuellement non aménagé et peu fréquenté.

**5.2.3.3 Impact des flux thermiques sur l'accessibilité du site aux services de secours**

Des aires de mise en station des engins échelles seront implantées à une distance d'un mètre pour celles implantés perpendiculairement à la façade et à moins de 8 mètres pour celles implantés parallèlement à la façade. Elles seront enfin surélevées d'au moins 20 centimètres de manière à ne pas être impactée par les eaux d'extinction incendie.

Nous ne savons pas respecter ces distances d'éloignement en maintenant les aires hors d'un flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup>. Il est donc prévu la mise en œuvre de colonnes sèches permettant l'arrosage des murs coupe-feu séparatifs (rampes d'aspersion posées au-dessus de l'acrotère des murs séparatifs). Ces rampes seront alimentées par le SDIS au moyen de raccords normalisés en pied de façade.

L'établissement sera équipé de 8 poteaux incendie. A chaque poteau incendie sera associée une aire de stationnement de 4 x 8 m.

En cas d'incendie, certains poteaux incendie peuvent être impactés par le flux de 3 kW/m<sup>2</sup>, mais cela concernera dans le cas le plus défavorable 2 poteaux sur 8.

	<p><b>Incendie de la cellule 1 – Stockage 4755</b> <b>Aucun PI dans le flux de 3 kW/m<sup>2</sup></b></p>
	<p><b>Incendie de la cellule 2 – Stockage 4755</b> <b>1 PI dans le flux de 3 kW/m<sup>2</sup></b></p>

	<p><b>Incendie de la cellule 4 – Stockage</b> <b>4755</b> <b>1 PI dans le flux de 3 kW/m<sup>2</sup></b></p>
	<p><b>Incendie de la cellule 5 – Stockage</b> <b>4755</b> <b>2 PI dans le flux de 3 kW/m<sup>2</sup></b></p>
	<p><b>Incendie de la cellule 6 – Stockage</b> <b>4755</b> <b>Aucun PI dans le flux de 3 kW/m<sup>2</sup></b></p>

---

### 5.2.4 Incendie de la cellule de stockage des liquides inflammables

Pour l'incendie de la cellule de stockage des liquides inflammables, la modélisation a été réalisée à partir de la méthode de calcul FLUMILOG V5.5.0.0 – outil de calcul V5.52.

---

#### 5.2.4.1 Données d'entrée

- **Caractéristiques géométriques des cellules de stockage**

Cellule 3	
Longueur	100,5 m
Largeur	27,0 m
Hauteur sous bac moyenne	13,20 m

Pour ce stockage, la taille de la cellule correspond à la zone de stockage/rétention des liquides inflammables

- **Modes de stockage dans la cellule**

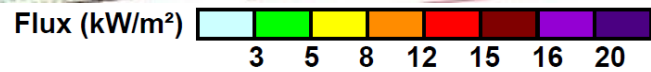
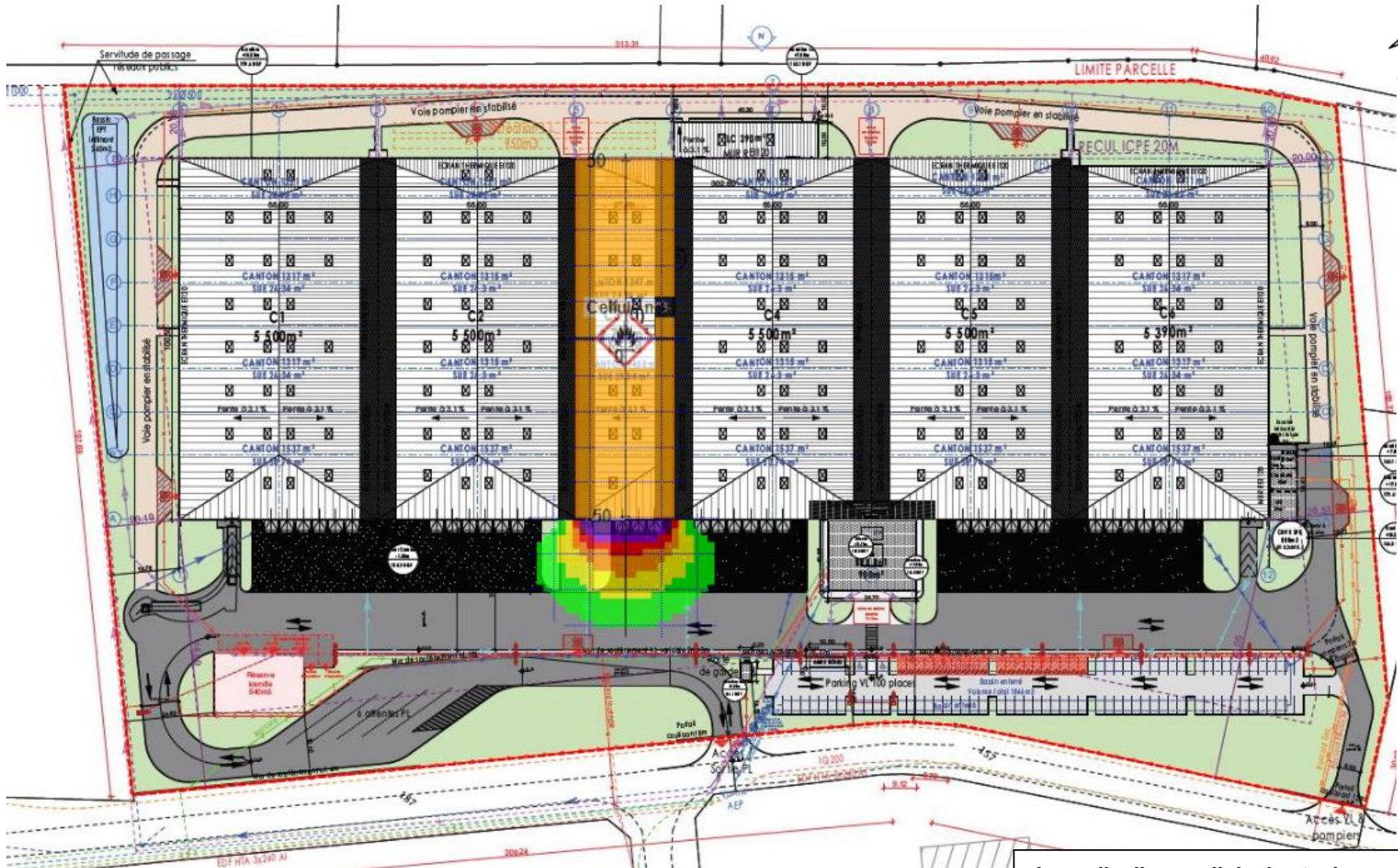
La modélisation est basée sur un stockage de 950 tonnes de liquides inflammables dans la cellule.

- **Marchandises entreposées**

Pour cette modélisation, la composition de la palette retenue est la palette type Liquides Inflammables.

---

#### 5.2.4.2 Résultats obtenus



**Incendie d'une cellule de stockage**  
**Stockage liquides inflammables**

- **Conclusion**

Le flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup> est contenu dans les limites de propriétés.

### 5.3 Étude des effets thermiques : l'incendie de 3 cellules

#### 5.3.1 La note FLUMILOG

Selon la note FAQ FLUMILOG du 01/12/2020 (disponible en annexe), comparer la durée de feu calculé par FLUMILOG avec la durée de résistance au feu des parois afin de juger de la possibilité de la propagation d'un incendie est une approche trop prudente. En effet, une telle approche ne prend pas en compte la nature réelle de l'agression thermique sur la paroi. Afin de limiter le caractère majorant de cette approche et considérant qu'à ce jour le logiciel FLUMILOG ne permet pas de caractériser précisément l'agression thermique sur la paroi, une approche par typologie de combustible est proposée par FLUMILOG.

La synthèse de l'approche par typologie de combustible est la suivante :

Nature du stockage	Conditions nécessaires	Modélisation de la propagation si la durée de feu calculée par Flumilog est supérieure à la durée de tenue théorique des parois séparatives
Produits 1511	-	Non
Produits 1510	Résistance de la toiture inférieure à 30 min Pas de stockage densifié Surface inférieure à 12 000 m <sup>2</sup> Hauteur inférieure à 23 m	Non
Produits 2662	-	Oui
Palettes expérimentales ou par composition	Comparaison de la puissance et charge calorifique à celles des produits 1511 et 1510 et application des règles correspondantes	Selon P et CC palette. Si règles 1510, application des mêmes restrictions
Liquides inflammables et/ou aérosols	-	Oui

Les durées de feu calculées par le logiciel FLUMILOG sont les suivantes (issues des modélisations présentées plus avant) :

Produits	Durée incendie		
	C1, C2, C4, C5	C3	C6
4755	14,8 à 37,8 min	55,8 min	14,1 min
Liquides inflammables	-	100,5 min	-
1510	131 min	127 min	129 min
2662 (10m)	94 min	87 min	89 min
2663	162 min	158 min	160 min

Il résulte que pour la rubrique 1510, la modélisation de la propagation n'est pas recommandée.

L'établissement étant composé uniquement de murs coupe-feu REI 120 d'une durée de résistance au feu 2h et conformément aux préconisations de FLUMILOG il n'est pas nécessaire d'étudier la propagation d'un incendie pour les rubriques 4755, liquides inflammables, et 2662.

Pour la rubrique 2663, la palette utilisée étant une palette par composition, il faut comparer la puissance thermique et la charge calorifique de la palette avec celle de la palette type 1510.

Palette	Puissance thermique	Charge calorifique
2663	1 234 kW	5 649 MJ
1510	1 525 kW	4 117 MJ

On a  $P_{2663} \leq P_{1510}$  mais  $CC_{2663} > CC_{1510}$ . Ce cas n'est pas étudié dans le FAQ FLUMILOG. Il conviendra donc de modéliser la propagation de l'incendie.

### 5.3.2 Incendie de trois cellules de produits 2663

Ce scénario est basé sur l'hypothèse d'une transmission de l'incendie d'une cellule aux deux cellules voisines. Nous considérons donc l'incendie simultané de trois cellules de stockages.

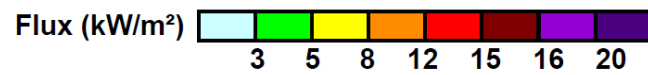
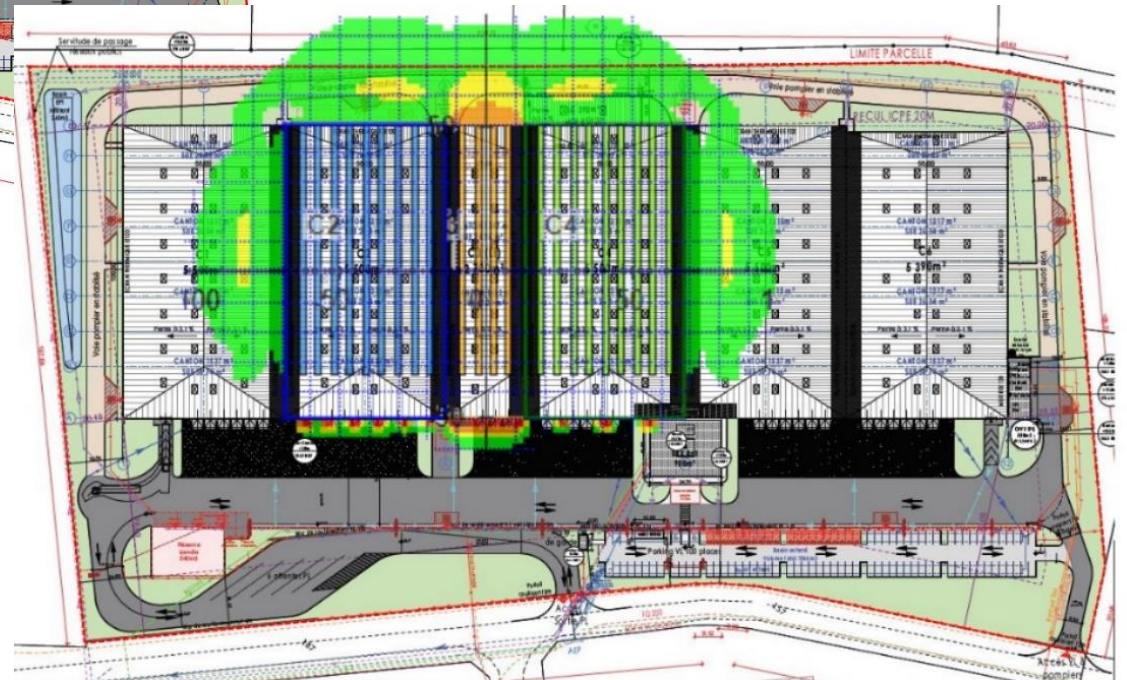
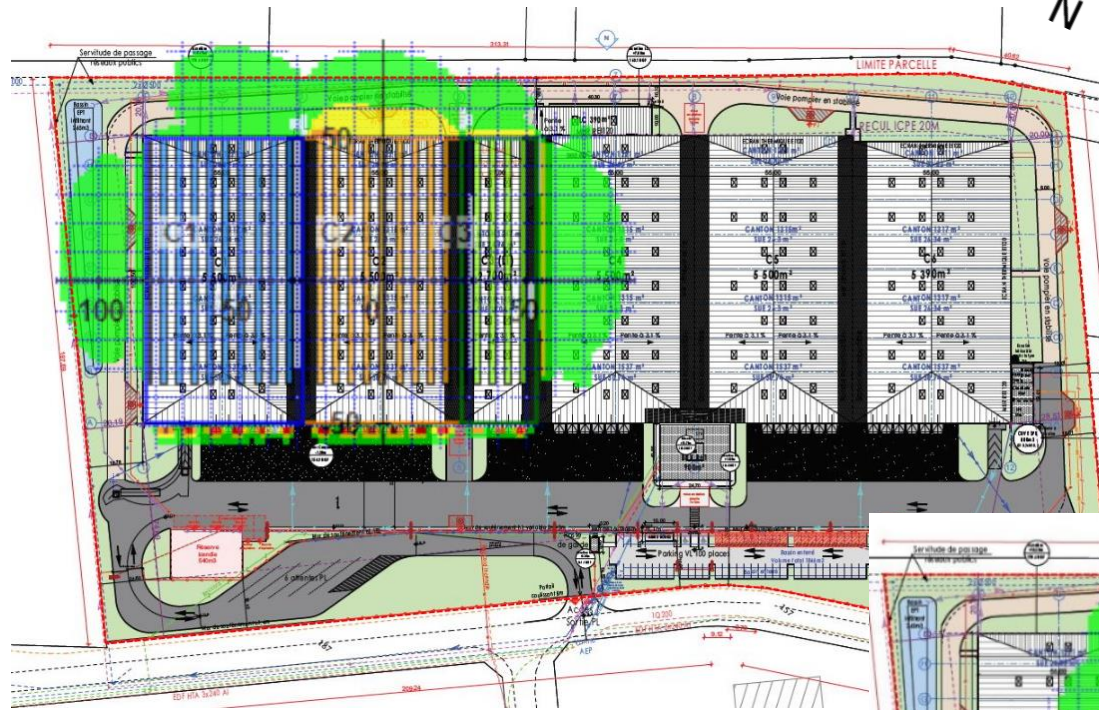
La méthode de calcul utilisée est la même que pour une seule cellule : la modélisation a été basée sur le logiciel FLUMILOG. Le logiciel permet de modéliser la propagation dans le temps de l'incendie de la première cellule vers les cellules voisines.

Les flux ont été modélisés pour :

- Incendie des cellules 1, 2 et 3 (équivalent 3, 4 et 5 par symétrie verticale),
- Incendie des cellules 2, 3 et 4,
- Incendie des cellules 4, 5 et 6.

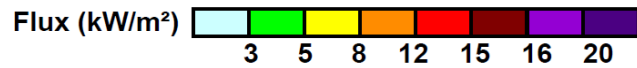
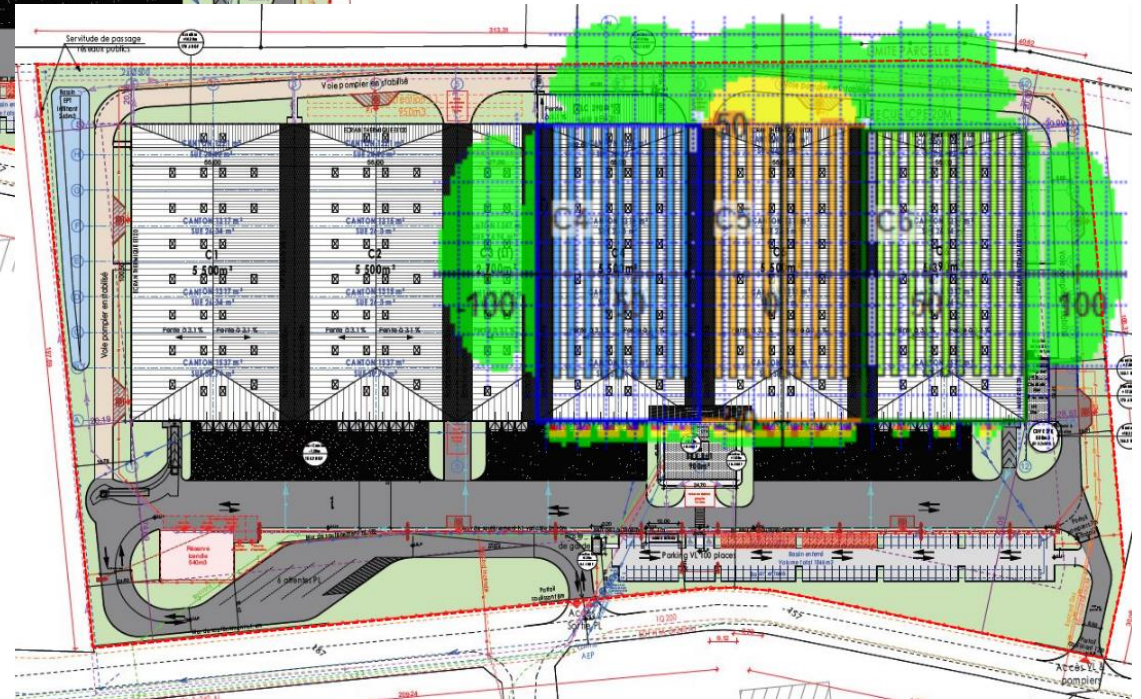
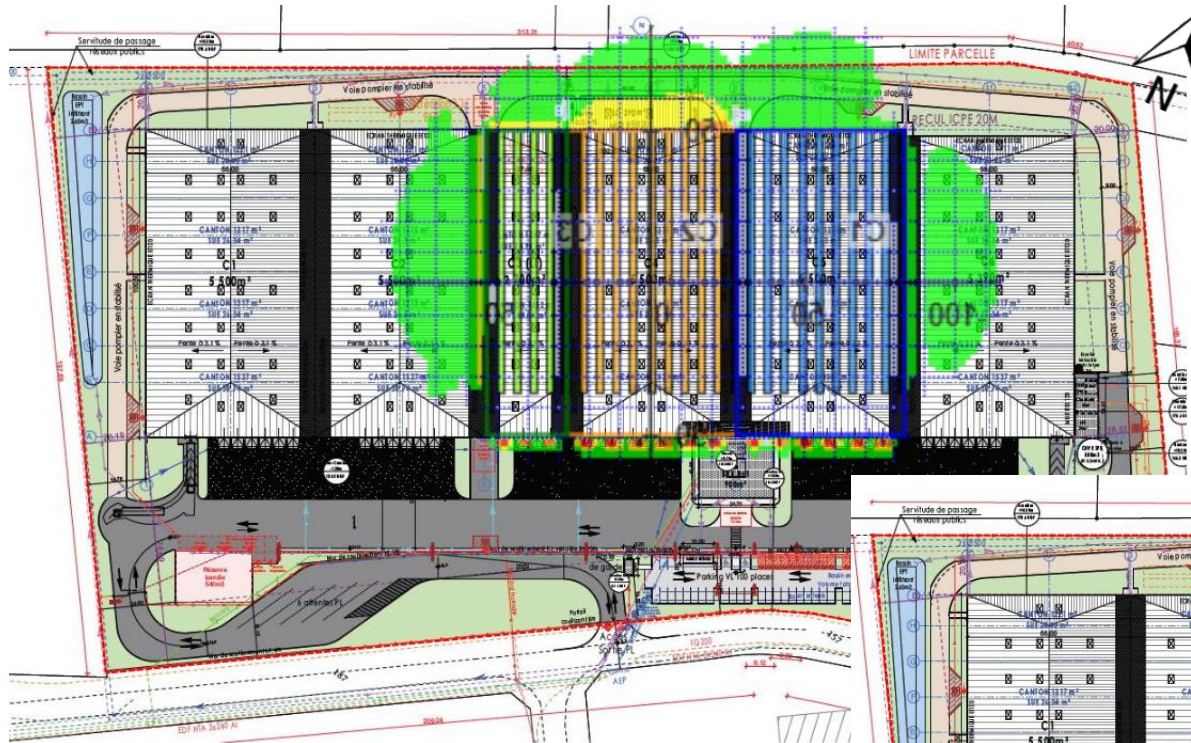
Les fichiers de résultats sont en annexe.

Les distances maximales de perception des flux thermiques à partir des murs périphériques du bâtiment sont visualisables sur les schémas ci-dessous :



Incendie de 3 cellules de stockage  
Palette type 2663  
Cellules 1/2/3 et 2/3/4





**Incendie de 3 cellules de stockage**  
**Palette type 2663**  
**Cellules 3/4/5 et 4/5/6**

## 5.4 Étude des effets toxiques et des effets sur la visibilité des fumées

Lors de l'incendie, la combustion des matériaux présents dans l'entrepôt en feu libère des fumées pouvant être à l'origine de nuisances liées à des risques toxiques pour la population en présence de composés toxiques comme le monoxyde de carbone (CO), l'acide chlorhydrique (HCl) ou les suies.

### 5.4.1 Nature des marchandises stockées

Le bâtiment est destiné à accueillir une activité d'entreposage et de logistique, s'appliquant à des marchandises diverses pouvant être combustibles.

Nous avons fait l'hypothèse d'un stockage type constitué à 50% de plastique et à 50% de produits divers.

Les plastiques sont les produits présentant la plus forte toxicité en cas d'incendie. Dans l'industrie de l'emballage de même que dans les produits de consommation courante, des matières plastiques très présentes sont potentiellement à risque du fait de la toxicité de leur émission en cas d'incendie, comme le polyéthylène, le PVC, les polyamides, le polystyrène, les polyuréthanes.

Dans la présente étude nous considérons que le plastique stocké dans le bâtiment est composé à 60% de polyéthylène, 25% de PVC, 11% de polystyrène et 4% de polyuréthane.

Pour les autres composés, nous avons retenu la composition suivante : 70% de cellulose, 20% de plastique, 5% de PVC et 5% de polystyrène.

Soit une composition du stockage de :

- 40% de polyéthylène
- 35% de cellulose
- 15% de PVC
- 8% de polystyrène
- 2% de polyuréthane

### 5.4.2 Détermination des produits de combustion formés

L'analyse de la composition des produits susceptibles d'être stockés dans une cellule va nous permettre de déterminer les produits de combustion formés.

Le papier, bois, carton et produits alimentaires sont essentiellement constitués de cellulose, laquelle se thermolyse en différents produits très facilement combustibles (aldéhydes, alcools, cétones, etc.) de telle sorte que la combustion est rapide et pratiquement totale.

Les plastiques se consomment plus lentement que le papier et le carton, la combustion engendre des imbrûlés qui se dispersent sous forme de particules (suies lourdes) essentiellement constituées de carbone. Sur ce site, les plastiques seront du polyester (PET), polyéthylène (PE) ou polypropylène (PP).

Le PVC se consume en produisant des imbrûlés très abondants et engendre de l'acide chlorhydrique HCl.

Les polyamides et le polyuréthane se consomment en produisant de l'acide cyanhydrique HCN.

La stœchiométrie des équations de combustion de la cellulose, du polyéthylène, du PVC, des polyamides, du polystyrène et du polyuréthane montrent que :

- La combustion d'1 kg de cellulose engendre 6,084 kg de produits de combustion dont 1,63 kg de CO<sub>2</sub>,
- La combustion d'1 kg de polyéthylène engendre 15,708 kg de produits de combustion dont 3,14 kg de CO<sub>2</sub>,
- La combustion d'1 kg de PVC entraîne la formation de 6,491 kg de produits de combustion dont 0,584 kg de HCl et 1,4 kg de CO<sub>2</sub>,
- La combustion d'1 kg de polystyrène entraîne la formation de 14,2 kg de produits de combustion dont 3,38 kg de CO<sub>2</sub>,
- La combustion d'1 kg de polyuréthane entraîne la formation de 3,145 kg de produits de combustion dont 0,34 kg de HCN et 0,83 kg de CO<sub>2</sub>.

On estime que les suies et poussières représentent 0,7 % en poids du débit des fumées. Le rapport oméga 16 de l'INERIS conseille également d'appliquer un rapport CO/CO<sub>2</sub> = 0,1.

Sachant que 1 kg de PE engendre 15,708 kg de fumées et qu'un kilogramme de cellulose engendre 6,084 kg de fumées, on en déduit les taux de production de polluants suivants :

- 1 kg de Polyéthylène engendre 0,157 kg de CO et 0,109 kg de suie
- 1 kg de cellulose engendre 0,060 kg de CO et 0,042 kg de suie.

Les données utilisées dans cette modélisation sont majorantes, en effet la littérature et plus particulièrement le SFPE Handbook of Fire Protection Engineering indique que :

- La combustion de 1 kg de polyéthylène engendre 0,024 kg de CO et 0,06 kg de suie,
- La combustion de 1 kg de cellulose engendre 0,004 kg de CO et 0,015 kg de suie.

---

### 5.4.3 Détermination du débit des fumées

La modélisation est basée sur l'incendie d'une cellule de stockage. Les cellules les plus grandes présentent une surface de 5 500 m<sup>2</sup>.

En nous basant sur une vitesse de combustion de **0,025 kg/(m<sup>2</sup>.s)**, pour une cellule de **5 500 m<sup>2</sup>** nous obtenons un débit total de 138 kg/s.

On obtient ainsi pour une cellule :

- Polyéthylène : 55,0 kg/s,
- Cellulose : 48,1 kg/s,
- PVC: 20,6 kg/s,
- Polystyrène : 11 kg/s,
- Polyuréthane: 2,8 kg/s.

Ces vitesses permettent d'établir, sur la base de la stœchiométrie, les débits de fumées et de toxiques :

- Fumées totales : 1 455,5 kg/s
- HCl : 12,1 kg/s
- HCN : 0,9 kg/s
- Suies : 10,2 kg/s
- CO<sub>2</sub> : 319,6 kg/s
- CO : 32,0 kg/s

#### 5.4.4 Les seuils de toxicité

Les critères de toxicité retenus sont les SEI (Seuils des Effets Irréversibles) et SEL (Seuils des Effets Létaux), pour un temps d'exposition de 60 minutes, des différents composés dont les valeurs sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

	SEI (mg/m <sup>3</sup> )	Effets	SEL (mg/m <sup>3</sup> )	Effets	Références
CO	920	Céphalées, vertiges	3 680	Risque léthal si plus de 60 minutes	Courbes de toxicité aigüe par inhalation DPPR/SEI/BRTICP juin 1998
CO <sub>2</sub>	89 980	Céphalées, vertiges	-	-	
HCl	60	Toux intense, blessure des muqueuses	358	Risque léthal si plus de 60 min	Seuils de toxicité en situations accidentelles – INERIS – janvier 2003
HCN			45	Risque léthal si plus de 60 min	Seuils de toxicité en situations accidentelles – INERIS

Concernant l'opacité, on estime qu'une visibilité de 5 mètres est nécessaire pour un automobiliste, ce qui correspond à une concentration en suies de 79 mg/m<sup>3</sup>.

Concernant la toxicité du mélange, le seuil équivalent a été obtenu à partir de la relation suivante, obtenue dans le rapport oméga 16 de l'INERIS Toxicité et dispersion des fumées d'incendie :

$$\sum_{i=1}^n \frac{\text{Concentration du polluant } P_i}{\text{Seuil du polluant } P_i} = \frac{1}{\text{Seuil équivalent}}$$

Ainsi, en utilisant les pourcentages du paragraphe précédent on obtient :

	SEI équivalent (mg/m <sup>3</sup> )	SEL équivalent (mg/m <sup>3</sup> )	Références
Fumées incendie Seuils équivalents	5 568	21 705	Toxicité et dispersion des fumées d'incendie Phénoménologie et modélisation des effets INERIS, Ω 16

Le seuil des effets létaux n'étant pas connu pour le CO<sub>2</sub>, c'est le SEI qui a été retenu (seuil 30 minutes, pas d'autre défini).

#### 5.4.5 Modélisation de la dispersion des fumées toxiques

- **Modèle utilisé**

Pour le monoxyde de carbone, compte tenu de sa masse volumique et de sa densité par rapport à l'air, la modélisation de dispersion a été réalisée à partir du modèle gaussien de Pasquill-Gifford.

La modélisation gaussienne de la dispersion a été réalisée à partir du logiciel ALOHA. Il s'agit d'un logiciel développé conjointement par les 2 entités américaines suivantes : l'Environmental Protection Agency's Office of Emergency Prevention, Preparedness and Response" (EPA) et le "National Oceanic and Atmospheric Administration's Office of Response and Restoration" (NOAA).

Le logiciel se compose :

- Du module CAMEO qui contient principalement des bases de données chimiques et toxicologiques,
- Du module ALOHA ("Areal Locations of Hazardous Atmospheres") qui est un programme informatique permettant d'évaluer, dans des situations d'urgence, la dispersion atmosphérique, de composés rejetés dans des conditions accidentelles. Il prend en compte les propriétés toxicologiques et physiques des polluants, et les caractéristiques du site telles que les conditions atmosphériques et les conditions de rejets. Ce module comprend une bibliothèque de 700 substances chimiques et permet un affichage graphique des résultats.

ALOHA utilise, suivant le type de polluant, deux modèles de dispersion atmosphérique :

- Un modèle gaussien pour les gaz neutres au niveau de la suspension dans l'atmosphère,
- Un modèle de gaz lourd, basé sur le modèle DEGADIS 2.1 (Spicer, Tom and Jerry Havens, 1989) qui a été simplifié par souci de rapidité de calcul.

L'utilisation du logiciel ALOHA a fait l'objet d'une évaluation par l'INERIS (rapport d'étude INERIS DRA n°46053) en novembre 2006 dont il ressort que le logiciel peut être intégré comme un des outils de simulation des phénomènes dangereux.

Cette modélisation est fonction de la stabilité de l'atmosphère, différentes classes ont ainsi été établies par Pasquill et Turner.

Ces classes sont au nombre de 6, caractérisées par l'intensité de la turbulence :

- Classe A : très instable,
- Classe B : instable :
- Classe C : légèrement instable,
- Classe D : neutre,
- Classe E : stable,
- Classe F : très stable.

Ces classes sont définies en fonction de la vitesse du vent, pour le jour en considérant l'intensité du rayonnement solaire et pour la nuit l'étendue de la couverture nuageuse.

Le tableau ci-dessous fournit les conditions dans lesquelles sont définies les classes de Pasquill-Turner :

Vitesse du vent en m/s	Jour			Nuit	
	Selon un rayonnement solaire incident			Selon une couverture nuageuse	
	Fort Eté – ciel dégagé	Modéré Ciel nuageux	Léger Hiver – ciel couvert	Dense > 1/2 surface	Dégagée < 1/2 surface
< 2	A	A – B	B		
2 à 3	A – B	B	C	E	F
3 à 5	B	B – C	C	D	E
5 à 6	C	C – D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

La modélisation a été réalisée pour les ensembles de conditions météorologiques suivants :

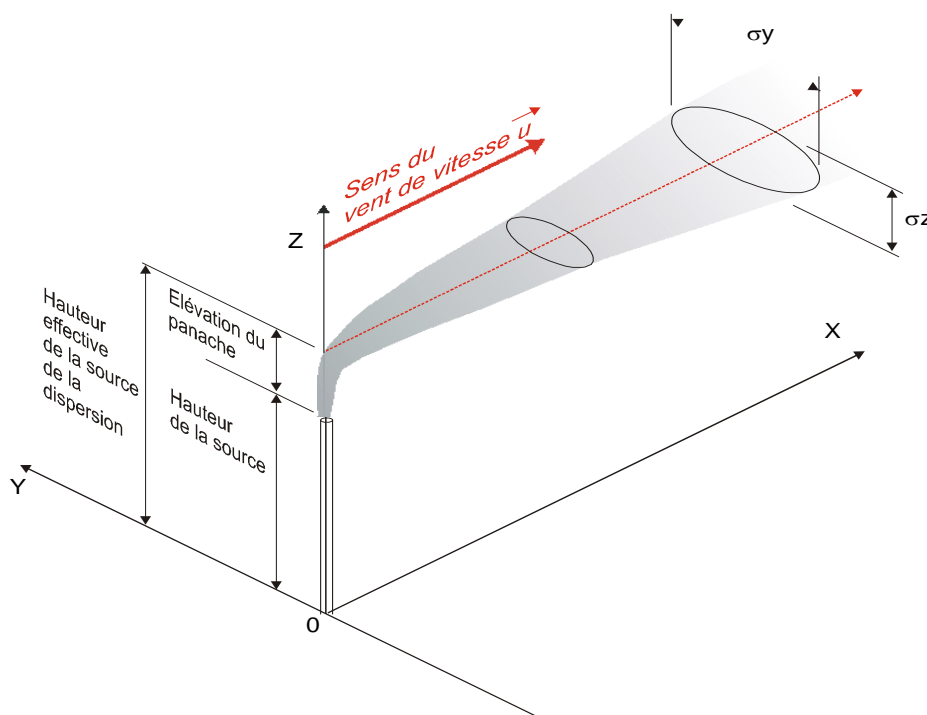
- Classe de stabilité A avec un vent de 2 m/s et une température de l'air ambiant de 20°C. Cette condition météorologique associe une atmosphère très instable et une faible vitesse de vent permettant d'illustrer les effets d'une dilution important du panache ascendant au voisinage de l'incendie.
- Classe de stabilité D avec un vent de 5 m/s pour une température de l'air ambiant de 20°C. Cette condition météorologique correspond à une atmosphère moyennement instable et neutre.
- Classe de stabilité F avec un vent de 3 m/s et une température de l'air ambiant de 15°C. Cette condition météorologique conjugue une stabilité très forte et le vent le plus important que l'on puisse lui associer. Cette condition est défavorable à la dispersion. En effet, une atmosphère dite stable est une atmosphère dans laquelle le gradient de température de l'atmosphère est supérieur au gradient thermique de l'adiabatique alors tout volume d'air déplacé vers le haut a, avant équilibre thermique, une température plus petite que l'air qui l'entoure. La masse volumique du volume élémentaire est plus importante que l'air qui l'entoure et tend à se

déplacer vers le bas à sa position initiale (cf. INERIS, Méthode pour l'évaluation et la prévention des risques accidentels, Dispersion atmosphérique, Mécanismes et outils de calcul).

Ces conditions météorologiques sont celles préconisées par l'INERIS dans ses tierces expertises.

- **Détermination de la hauteur de dispersion**

Le panache des fumées de l'incendie va s'élever grâce au moteur thermique que constitue le feu. Arrivé à sa hauteur de culmination, le panache se disperse dans l'atmosphère. Les polluants retombent progressivement au niveau du sol.



La hauteur du panache est déterminée à partir des équations de Rauch et de Moses-Carson :

$$H_{Rauch} = 186 \cdot Q^{0,25} \cdot U^{-1}$$

$$H_{Moses-Carson} = 82 \cdot Q^{0,5} \cdot U^{-1}$$

$$H_e = \frac{2}{3} \cdot H_{Rauch} + \frac{1}{3} \cdot H_{Moses-Carson}$$

Avec :

Q : Puissance du foyer en MW

U : Vitesse du vent (m/s)

He : hauteur effective d'émission des polluants

Les corrélations prévoient que la hauteur du panache est fonction de la puissance thermique du foyer.

On sait que le PCI des plastiques est égal à 40 MJ/kg, celui du caoutchouc est de l'ordre de 30 MJ/kg et celui du papier de 17 MJ/kg.

Pour la modélisation de la dispersion atmosphérique des toxiques, nous retiendrons une valeur moyenne de **25 MJ/kg**. Cette hypothèse est majorante quand on sait que la hauteur du panache et donc la dispersion augmentent proportionnellement avec le pouvoir calorifique du stockage.

En nous basant sur une cellule de 5 500 m<sup>2</sup> dans laquelle se développe un incendie dont la vitesse de propagation est égale à **0,025 kg/(m<sup>2</sup>.s)**, on obtient une puissance du foyer égale 3 438 MW.

L'application des corrélations de Rauch et de Moses-Carson à un incendie dont la puissance thermique est égale à 3 438 MW conduit aux hauteurs de dispersions suivantes, pour une cellule de 5 500 m<sup>2</sup> (cellules 1, 2, 4 et 5) :

Vitesse du vent	H <sub>Rauch</sub>	H <sub>Moses-Carson</sub>	Hauteur du panache	Hauteur de dispersion
2 m/s	712	2 404	1 276	<b>425</b>
3 m/s	475	1 603	851	<b>284</b>
5 m/s	285	962	510	<b>170</b>

Nous considérons que la dispersion peut s'opérer à partir du tiers de la hauteur du panache.

Les hauteurs de dispersion obtenues avec la puissance thermique pouvant être attendues lors de l'incendie de la totalité de la surface de la cellule étant très importantes, nous avons choisi, dans une optique de majoration des résultats, de déterminer les hauteurs de dispersions pouvant être attendues lors de la phase de démarrage de l'incendie.

Ainsi pour une surface en feu de 550 m<sup>2</sup> (soit environ 10% de la surface de la plus grande cellule), on obtient une puissance thermique égale à 344 MW.

À partir de cette puissance thermique, les corrélations de Rauch et de Moses-Carson conduisent aux hauteurs de dispersions suivantes :

Vitesse du vent	H <sub>Rauch</sub>	H <sub>Moses-Carson</sub>	Hauteur du panache	Hauteur de dispersion
2 m/s	400	760	520	<b>173</b>
3 m/s	267	507	347	<b>116</b>
5 m/s	160	304	208	<b>69</b>

Ces hauteurs de dispersion sont majorantes pour notre modélisation, sachant que la dilution des polluants dans l'atmosphère augmente avec la hauteur de dispersion.

### **Résultats**

Le tableau ci-dessous rapporte les distances auxquelles pourraient se manifester des impacts significatifs en fonction des différentes conditions météorologiques au moment de l'intensité maximale du sinistre étudié :



	Opacité	CO		CO <sub>2</sub>	HCI		HCN	Fumées incendie	
		SEL	SEI	SEI	SEL	SEI	SEL	SEL	SEI
Combustion									
Seuils en mg/m <sup>3</sup>	79	3 680	920	89 980	358	60	45	21 705	5 568
Cas A – 2 m/s	<	<	<	<	<	<	<		
Cas D – 5 m/s	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Cas F – 3 m/s	<	<	<	<	<	<	<	<	<

Les résultats de la modélisation sont joints en annexe.

### **Conclusions**

L'étude de dispersion des toxiques, sur la base des modèles appliqués, permet de considérer qu'en cas de sinistre dans l'une ou l'autre des cellules dédiées au stockage, les éléments toxiques susceptibles d'être emportés dans les fumées vont se disperser **sans engendrer de risque significatif aux alentours ni à des distances élevées du site.**

Comme pour les produits toxiques, la modélisation a montré que les suies vont se disperser **sans engendrer de perte de visibilité significative pour les automobilistes aux alentours ni à des distances élevées du site.**

Nous avons mis en œuvre des dispositifs de prévention pour limiter la probabilité de développement d'un incendie.

## **5.5 Mesures propres à réduire la probabilité et la gravité**

Les mesures de maîtrise des risques sont un ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité.

Une mesure de maîtrise des risques peut être assurée par un ou plusieurs dispositifs de sécurité.

### **5.5.1 Fonction « éviter l'inflammation par une cigarette »**

Il sera strictement interdit de fumer sur le site. Des consignes de sécurité rappelant l'interdiction de fumer hors des zones dédiées seront affichées dans le bâtiment.

### **5.5.2 Fonction « éviter les dysfonctionnements d'appareils électriques »**

Les installations électriques feront l'objet d'un contrôle annuel par une société spécialisée. A ce contrôle annuel sera associé une politique de levée rapide des éventuelles non-conformités et réserves relevées.

Les rapports de contrôle et les justifications de levées des réserves seront conservés sur le site.

---

**5.5.3 Fonction « éviter les échauffements par point chaud »**

Des consignes de sécurité rappelant l'interdiction d'apporter une flamme nue seront affichées dans le bâtiment. Un permis feu sera obligatoire pour tout travail par point chaud.

---

**5.5.4 Fonction « prévenir l'inflammation liée à la manutention »**

Les engins de levage utilisés dans les cellules de stockage feront l'objet d'une maintenance semestrielle effectuée par le fournisseur.

---

**5.5.5 Fonction « protéger contre la foudre »**

Le bâtiment sera équipé d'une installation de protection contre les effets directs et indirects de la foudre. Cette installation sera conforme aux normes en vigueur et régulièrement contrôlée par une société agréée.

Une protection contre les effets directs de la foudre sera mise en œuvre au moyen de paratonnerres à dispositif d'amorçage (PDA).

Cette protection devra permettre l'écoulement et la dispersion dans le sol des courants de foudre tout en assurant :

- La limitation à des valeurs non dangereuses des différences de potentiel consécutives à ces courants,
- La limitation la meilleure possible des inductions magnétiques et électriques produites par ces courants dans les zones d'installations sensibles.

Le bâtiment sera équipé de dispositifs de capture composés chacun d'une pointe captatrice, d'un dispositif d'amorçage, d'une tige support et d'un mât rallonge.

Les conducteurs de descente des dispositifs de capture seront placés à l'extérieur du bâtiment. Ils seront constitués d'un rond massif en acier inoxydable de 10 mm de diamètre minimum.

Un joint de contrôle cuivre sera installé à 2 mètres environ du sol environ, il assurera la liaison du conducteur de descente à celui de la prise de terre.

Un compteur de foudre série (avec afficheur) sera placé au-dessus du joint de contrôle.

La protection contre les effets indirects sera assurée par un parafoudre de type 1 dans le TGBT, par un parafoudre de type 2 dans chaque armoire divisionnaire alimentant des équipements importants pour la sécurité.

---

**5.5.6 Fonction « éviter les effets dominos »**

L'incendie d'une cellule pourrait provenir éventuellement d'un départ de feu dans le local de charge.

Le local de charge des batteries de chariots élévateurs sera équipé d'une ventilation mécanique asservie à l'opération de charge des batteries.

Il sera isolé de la zone d'entreposage adjacente par un mur coupe-feu de degré 2 heures (REI 120) et une porte coupe-feu de degré 2 heures (EI 120), à fermeture automatique.

### **5.5.7 Fonction « éviter la propagation à la cellule et éteindre l'îlot/rack »**

Le personnel sera régulièrement formé à l'utilisation des engins de lutte contre l'incendie (RIA et extincteurs). Des exercices incendie seront organisés annuellement pour les employés du site.

- **Les extincteurs**

Des extincteurs adaptés aux produits stockés seront répartis dans les cellules de stockage à raison d'un appareil pour 200 m<sup>2</sup> de surface. Ces équipements seront contrôlés annuellement par une société spécialisée.

- **Les RIA**

Des Robinets d'incendie armés seront répartis dans les cellules de stockage de telle sorte que chaque point de l'entrepôt puisse être atteint par deux jets de lance. Les vérifications périodiques de maintenance seront faites tous les ans et la révision tous les cinq ans.

- **L'installation sprinkler**

Le bâtiment sera équipé d'un réseau d'extinction automatique d'incendie de type sprinkler. Les têtes sprinkler sont thermofusibles, elles s'activent à partir d'une certaine valeur de la température (par exemple 75°C). Elles peuvent donc être assimilées à un détecteur thermostatique.

A la différence d'une détection incendie classique (détecteurs de fumée), le sprinklage présente l'avantage d'intervenir directement sur le feu tout en activant une alarme sur le site (sonore) et un report d'alarme (à la société de télésurveillance).

L'installation comprendra :

- Un local équipé d'une motopompe autonome diesel en charge à démarrage automatique,
- Une cuve d'eau d'un volume de 800 m<sup>3</sup> pour les réseaux « extinction automatique et RIA »,
- Une pompe maintenant l'installation à une pression statique constante de 10 bars environ,
- Une armoire d'alarme avec renvoi en télésurveillance.

« Le rôle d'une installation de sprinklers est de détecter un foyer d'incendie et de l'éteindre à ses débuts ou au moins de le contenir de façon que l'extinction puisse être menée à bien par des moyens de l'établissement protégé ou par les pompiers » (définition donnée par la règle R1 de l'APSAD, compatible avec la norme NF S 61-210).

Ainsi, une installation fixe d'extinction automatique de type sprinkler, dimensionnée correctement et en état de marche détecte, signale et limite tout départ d'incendie (l'extension du feu est limitée et les alentours sont refroidis ce qui augmente la durée de stabilité des matériaux) et remplit ainsi le rôle d'une installation de détection automatique d'incendie.

- **L'installation de détection des fumées**

En cas de stockage de liquides inflammables, une installation de détection de fumée basée sur des détecteurs linéaires sera mise en place dans la cellule n°3.

- **Colonnes sèches pour l'arrosage des murs coupe-feu séparatifs**

Des aires de mise en station des engins échelles seront implantées de part et d'autre des murs coupe-feu séparatifs.

Nous avons prévu la mise en œuvre de colonnes sèches permettant l'arrosage des murs coupe-feu séparatifs (rampes d'aspersion posées au-dessus de l'acrotère des murs séparatifs) en vue de leur refroidissement. Ces rampes seront alimentées par le SDIS au moyen de raccords normalisés en pied de façade.

---

### 5.5.8 **Fonction « contenir l'incendie dans la cellule »**

Pour contenir l'incendie dans une cellule, plusieurs mesures de maîtrise des risques sont nécessaires.

- **Le désenfumage associé au cantonnement**

Le désenfumage sera assuré à raison de 2% de surface utile d'exutoires de fumées dont l'ouverture sera assurée par une commande automatique à CO<sub>2</sub> et manuelle placée à proximité des issues de secours.

Les lanterneaux seront implantés à plus de 7 mètres des murs coupe-feu séparatifs.

Chaque cellule sera recoupée en partie supérieure par des écrans de cantonnement d'un mètre de hauteur, en matériaux DH30.

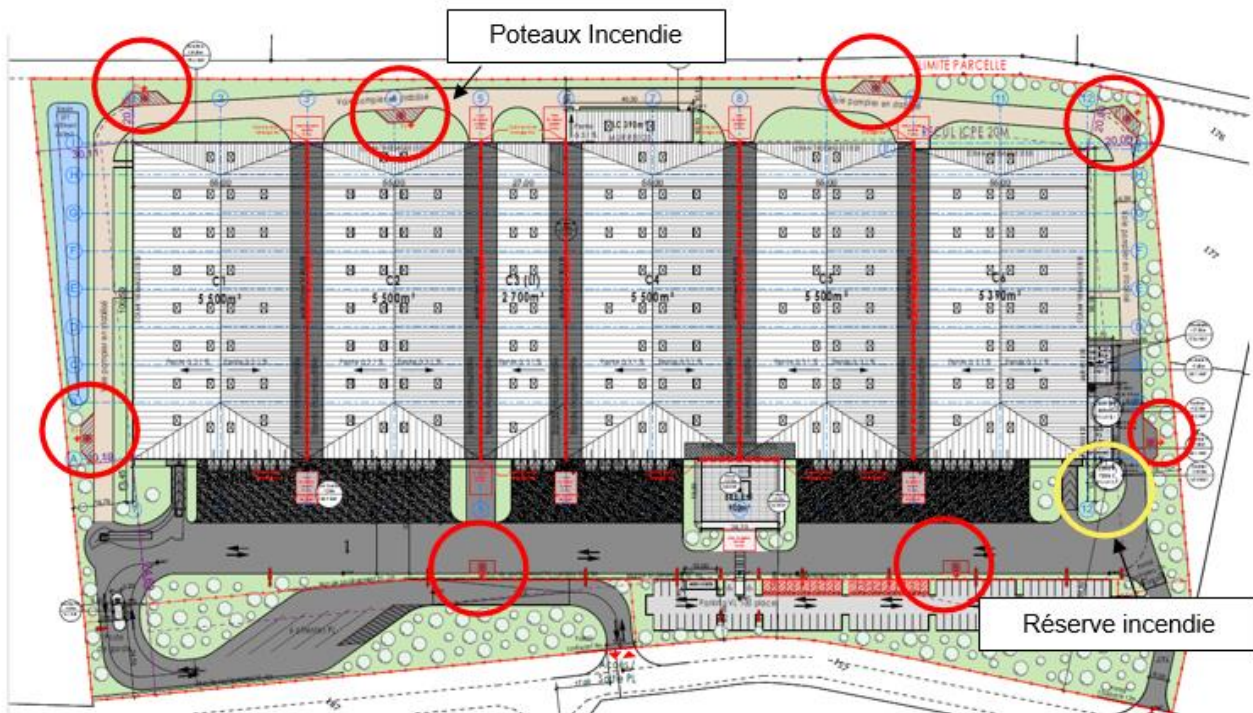
Ces écrans formant des cantons de 1 650 m<sup>2</sup> maximum permettent d'éviter la diffusion latérale des fumées, en cas d'incendie.

- **Les poteaux incendie pour intervention des Sapeurs-Pompiers**

La sécurité incendie sera assurée par 8 poteaux incendie implantés autour du bâtiment.

Ces poteaux incendie seront répartis autour de l'établissement de manière à ce que :

- les appareils ne soient pas distants entre eux de plus de 150 m,
- l'accès extérieur de chaque cellule ne soit pas situé à plus de 100 m d'un poteau.



*Implantation des poteaux incendie et de la réserve incendie*

Le débit requis pas la méthode de dimensionnement D9 (360 m<sup>3</sup>/h) sera fourni par une réserve incendie de 720 m<sup>3</sup> via un surpresseur pouvant alimenter le réseau de poteaux incendie de l'établissement à hauteur de 360 m<sup>3</sup>/h pendant deux heures.

- **Le compartimentage par des murs et portes coupe-feu 2 heures**

Le bâtiment sera divisé en 6 cellules de 5 500, 5 390 et 2 700 m<sup>2</sup> par des murs coupe-feu de degré 2 heures (REI 120) et des portes coupe-feu de degré 2 heures doublées (2 x EI 120).

- **La structure**

La structure porteuse (poteaux, poutres) – sauf les pannes – présentera une stabilité au feu d'une heure (R60).

- **La couverture**

La couverture sera réalisée à partir de bacs acier galvanisé avec une isolation en laine de roche et une étanchéité multicouche. L'ensemble de la toiture satisfait au classement au feu Broof T3.

- **Les murs coupe-feu**

Les cellules seront séparées entre elles par des murs coupe-feu de degré 2 h (REI 120). Les murs séparatifs dépasseront d'un mètre en toiture et seront prolongés latéralement aux murs extérieurs sur une largeur de 1 m dans la continuité de la paroi. Ce compartimentage permet d'éviter une propagation de l'incendie d'une cellule vers la cellule voisine.

Une signalisation du degré coupe-feu de ces murs sera indiquée en façade.

➤ **Les portes coupe-feu**

Chaque ouverture dans un mur coupe-feu de degré 2h (REI 120) sera équipée de portes coupe-feu 2 h doublées (2 x EI 120).

Les portes coupe-feu coulissantes de degré 2 h (EI 120) seront équipées de détecteurs autonomes de déclenchement situés en partie haute de l'entrepôt et assurant leur fermeture automatique en cas d'incendie. Les portes « piétons » seront équipées de fermettes.

---

### **5.5.9 Fonction « éviter la pollution des eaux et des sols »**

La rétention des eaux d'extinction incendie sera assurée :

- dans les quais (volume retenu 400 m<sup>3</sup>) pour un linéaire de quais de 170 m sans que la hauteur de stockage au point le plus haut ne dépasse 20 cm,
- pour le reste (1 711 m<sup>3</sup>) dans le bassin d'orage étanche des eaux pluviales de voiries.

Le bassin étanche de 1 711 m<sup>3</sup> pourra donc retenir soit l'orage trentennal sur les voiries (1 029 m<sup>3</sup>), soit le volume des eaux d'extinction incendie dimensionné suivant le guide D9A (comprenant donc une pluie de 10 mm).

En cas de sinistre, les eaux stockées dans le bassin étanche seront analysées. Si elles ne présentent pas de pollution, elles seront rejetées dans le bassin d'infiltration des eaux pluviales. Si elles sont polluées, elles seront éliminées comme DIS par une société spécialisée.

Deux vannes seront installées sur le site :

- Une vanne de barrage sera implantée en amont du bassin végétalisé. Elle permettra de rediriger les eaux de toitures vers le bassin de rétention étanche. En effet, en cas d'effondrement de la toiture, les eaux incendie pourraient circuler par ce réseau.
- Une autre vanne sera implantée en aval du bassin étanche. Par sa fermeture, elle permettra de contenir les eaux incendie dans le bassin de rétention étanche.

La capacité de rétention de l'établissement est suffisamment dimensionnée pour retenir le volume d'eau d'extinction incendie déterminé avec la méthode D9A.

La cellule pouvant accueillir un stockage de liquides inflammables sera divisée en zones de collecte inférieures ou égales à 500 m<sup>2</sup>, équipées chacune de dispositifs de collecte. La cellule 3 sera reliée à une rétention déportée. Le dispositif de rétention couvrira 100 % du volume total de produits entreposés dans une cellule, soit 950 m<sup>3</sup>. Le dispositif de rétention déportée sera commun à la rétention des eaux d'extinction incendie de l'établissement. Chaque dispositif de collecte sera équipé d'un siphon coupe-feu, situé entre la cellule et le bassin de rétention, destiné à assurer le rôle de coupe-feu et à éviter que l'incendie ne se propage à la rétention.

Le local de charge disposera également d'une rétention permettant de collecter les éventuelles fuites d'acide des batteries des chariots élévateurs.

---

#### **5.5.10 Lutte contre la malveillance**

L'accidentologie relative aux entrepôts montre qu'une majorité des incendies d'entrepôts est initiée par des actes de malveillance. Le site sera clôturé et gardienné par télésurveillance.

La société de télésurveillance disposera de l'ensemble des renvois d'alarme :

- Alarme du réseau d'extinction automatique,
- Alarmes techniques.

Parmi les équipements importants pour la sécurité listés dans le tableau ci-après, la mesure de maîtrise des risques retenue est le sprinkler ainsi que les murs et les portes coupe-feu.

Mesures de maîtrise des risques								
Fonction de sécurité	Mesures de maîtrise de risques	Efficacité	Temps de réponse à partir des premières fumées	Niveau de confiance	Mode de déclenchement Indépendance	Vérification périodique	Tolérance à la première défaillance	Gestion en mode dégradé
Eviter les sources d'inflammation	Paratonnerre	100%	Immédiat	2	Automatique	Visite annuelle		Limitation des activités à risque pendant la période d'orage effective
	Installations électriques	99%	Immédiat		Automatique	Visite annuelle - Thermographie	Disjoncteur différentiel	Coupage des zones en défaut en attendant la remise en conformité
	Télésurveillance	99%	Immédiat		Automatique Dépend de l'électricité	Test de Boucle journalier	Report d'alarme au centre de télésurveillance en cas de défaut	Astreinte technique
Eviter la propagation de l'incendie à la cellule et éteindre l'îlot /rack	Extincteurs	90%	30 secondes		Manuel	Visite annuelle	/	RIA et sprinkler
	RIA	90%	1 minute		Manuel	Visite annuelle	/	Extincteurs et sprinkler
	Système sprinkler	95%	4 minutes	1 à 2	Automatique Dépend de DI, électricité, batteries, gasoil, eau	Test hebdomadaire de fonctionnement Visite semestrielle hydraulique Visite annuelle motopompe Visite triennale de l'installation complète	Moteur de secours Démarrage diesel + batteries si coupure électrique Report d'alarme (fuite, défaut...) en télésurveillance pour intervention	Arrêt de travaux par point chaud – Gardiennage sur site + consignes particulières de vigilance et mise en place d'extincteurs supplémentaires Détection incendie + extincteurs et RIA
Contenir l'incendie dans la cellule	Poteaux incendie	100%	5 minutes	1	Manuel	Visite annuelle	Camions citerne des SP	RIA et sprinkler
	Portes coupe-feu	95%	2 minutes	2	Automatique Dépend de capteurs au niveau des portes, électricité	Vérification trimestrielle interne Vérification annuelle	Fermeture manuelle La porte se ferme par manque d'utilité	Action de vérification de fermeture effective via serre file en heure ouvrée et astreinte durant les périodes de fermeture
	Murs coupe-feu	99%	Immédiat	2	Automatique		/	Mortier ou autre produit intumescent prêt à l'emploi sur site
	Exutoires de fumée	99%	1 minute	1	Eléments fusibles sous une certaine T°(93°C)	Visite annuelle	Manuel	
Eviter la pollution des eaux et des sols	Electrovanne	100%	1 s après déclenchement sprinkler 10 s pour fermeture	2	Automatique Dépend du déclenchement sprinkler	Test de bon fonctionnement trimestriel Contrôle étanchéité	Fermeture manuelle La vanne se ferme par manque d'utilité	Consignes particulières de vigilance



## 6 ÉVALUATION ET PRISE EN COMPTE DE LA GRAVITÉ ET DE LA PROBABILITÉ

Ce chapitre est destiné à étudier la probabilité, les effets et la gravité des différents phénomènes dangereux et de leurs effets.

Pour cela, nous nous basons sur les schémas nœud papillon présentés précédemment.

### 6.1 Cotation du niveau de probabilité et de gravité

Les deux tableaux suivants permettent d'évaluer la probabilité et la gravité. Ils sont issus de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études des dangers des installations classées soumises à autorisation.

- **Probabilité**

L'échelle de probabilité proposée par l'arrêté du 29 septembre 2005 est la suivante :

	E	D	C	B	A
	« événement possible mais extrêmement peu probable »	« événement très improbable »	« événement improbable »	« événement probable »	« événement courant »
<b>Qualitatif</b>	N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	Un événement similaire déjà rencontré dans ce secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité	S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation	S'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré d'éventuelles mesures correctives
	<b>Semi quantitatif</b>		Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitatives et quantitatives et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place		
<b>Quantitatif (par unité et par an)</b>			10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>

Pour évaluer la probabilité, il faut :

- 1) Estimer le niveau de confiance des barrières de Mesures de Maitrise des Risques (MMR),
- 2) Déterminer la fréquence d'occurrence des événements redoutés.

- **Gravité**

L'échelle de gravité proposée par l'arrêté du 29 septembre 2005 est la suivante :

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
<b>1</b>	<b>Modéré</b>	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à une personne
<b>2</b>	<b>Sérieux</b>	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
<b>3</b>	<b>Important</b>	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
<b>4</b>	<b>Catastrophique</b>	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes	Entre 100 et 1000 personnes exposées
<b>5</b>	<b>Désastreux</b>	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
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				

Pour évaluer la gravité, il faut :

- 1) Déterminer la surface des zones d'effets sortant du site pour chaque type d'effet (SELS, SEL, SEI),
- 2) Identifier les ensembles homogènes impactés (ERP, zones habitées, zones industrielles, commerces, voies de circulation, terrains non bâti...)
- 3) Se référer aux règles forfaitaires énoncées dans la fiche 1 de la circulaire ministérielle du 10 mai 2010.
- 4) Estimer le nombre de personnes impactées pour chaque zone d'effet et associées la gravité correspondante au scénario retenu.

Ensembles homogènes		Règles forfaitaires
<b>Zones d'activités</b>	Industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public	Nombre de salariés (ou le nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès
<b>Voies de circulation</b>	Voies de circulation automobiles	Voie susceptible d'être embouteillées : 300 pers./ km Autres voies : 0,4 pers / km / tranche de 100 véh. par jour
	Voies ferroviaires	Train de voyageurs : 0,4 pers. / km / train
	Chemins et voies piétonnes	Chemins et voies piétonnes non pris en compte sauf pour les chemins de promenade /randonnée : 2 pers. / km / tranche de 100 promeneurs par jour en moyenne
<b>Terrains non bâtis</b>	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...)	1 pers. / 100 ha
	Terrains aménagés mais peu fréquentés (jardins et zones horticoles, vignes, zones de pêche, gares de triage...)	1 pers. / 10 ha
	Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradin néanmoins...))	10 pers. / ha + capacité du terrain

*Extrait de la fiche 1 de la circulaire du 10 mai 2010*

• **Grille de criticité**

A l'issue de l'analyse des risques, chaque scénario identifié est positionné sur la matrice Probabilité x Gravité ci-dessous :

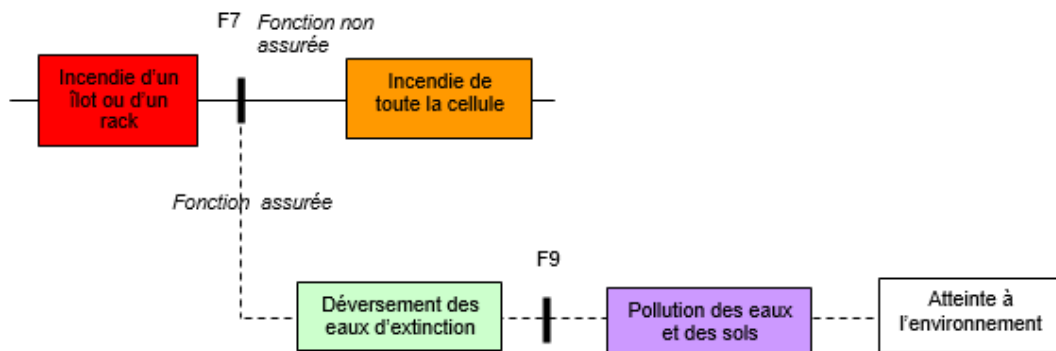
		PROBABILITE				
		E	D	C	B	A
GRAVITÉ	5					
	4	MMR rang 1	MMR rang 2			
	3	MMR rang 1	MMR rang 1	MMR rang 2		
	2			MMR rang 1	MMR rang 2	
	1					MMR rang 1

NON : zone de risque élevé

MMR : zone de risque intermédiaire dans laquelle une démarche d'amélioration continue est particulièrement pertinente en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation. Les rangs 1 et 2 correspondent à une gradation correspondant à la priorité que l'on peut accorder à la réduction des risques, en s'attachant d'abord à réduire les risques les plus importants (rangs les plus élevés).

**6.2 Probabilité incendie**

**6.2.1 De l'inflammation à l'incendie d'une cellule**



F7 : Eviter la propagation de l'incendie à la cellule et éteindre l'îlot/rack  
 F9 : Eviter la pollution des eaux et des sols

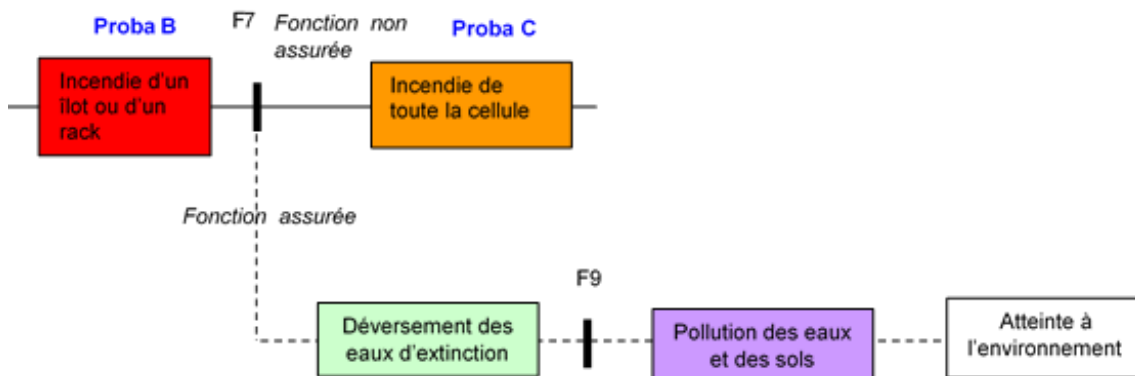
En se basant sur le programme INERIS *EAT-DRA-34 opération j-Intégration de l'analyse de la dimension probabiliste dans l'analyse des risques*, on peut constater que tous les éléments initiateurs présentent une probabilité d'occurrence comprise entre  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$ . Aussi, l'événement « incendie d'un îlot de stockage » a été coté avec une valeur médiane de  $5.10^{-3}$  (classe de probabilité B)

- Si la fonction de sécurité est assurée, l'incendie est éteint dans les toutes premières minutes de son développement. La seule conséquence possible est la production d'eaux d'extinction susceptibles de polluer l'eau ou les sols
- Si la fonction de sécurité n'est pas assurée, l'incendie va se développer pour s'étendre en moins d'une heure à la cellule.

La fonction de sécurité est essentiellement basée sur l'efficacité du sprinkler. Dans chaque cellule, on compte entre 500 et 800 têtes de sprinkler. Or, sur une période de 25 ans en Europe, on constate que sur 7 651 incendies, 73% sont maîtrisés avec 5 têtes de sprinkler ou moins, 95% avec 30 têtes ou moins.

En France, 50% des sinistres ont été maîtrisés avec une tête, 85% avec 5 têtes ou moins, 97% avec 30 têtes ou moins.

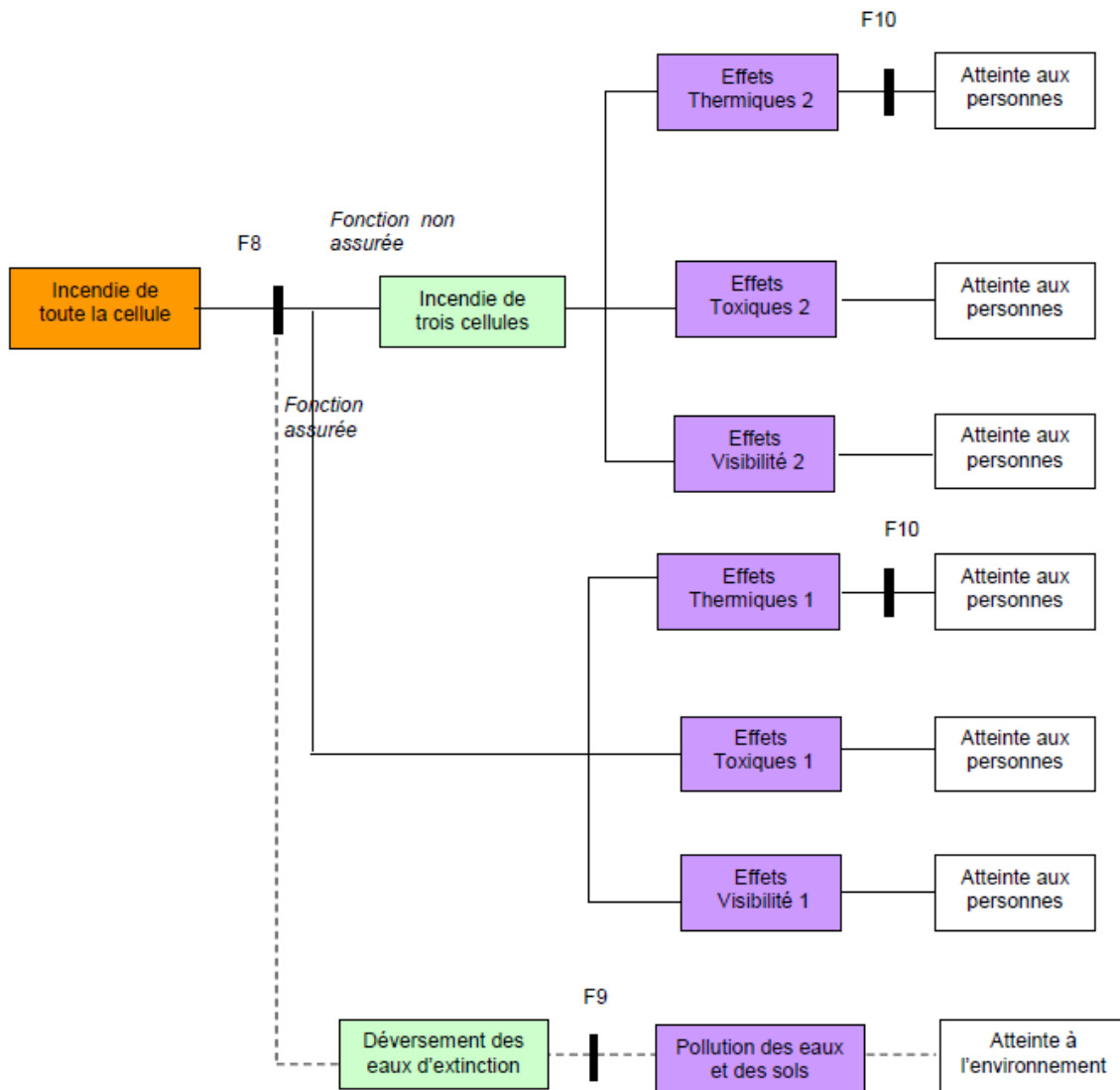
Aussi, nous pouvons considérer un niveau de confiance 1 pour cette mesure de maîtrise des risques (fonctionne correctement dans 90 % des cas), sachant que l'on est plus proche d'un niveau de confiance 2 (fonctionnement dans 99% des cas). On peut donc décoter la probabilité d'occurrence d'un incendie de la cellule d'un facteur 10.



Les deux MMR valorisables pour cette fonction de sécurité sont :

- MMR1 : détection et intervention humaine sur départ de feu (extincteurs et RIA)
- MMR 2 : détection automatique et déclenchement du sprinkler

**6.2.2 De l'incendie d'une cellule à l'incendie de trois cellules**



F8 : Contenir l'incendie dans la cellule  
 F9 : Eviter la pollution des eaux et des sols  
 F10 : Atténuer les effets thermiques

A ce stade, le système de sprinklage a été défaillant et l'incendie s'est propagé à la cellule. Cet événement est déjà coté avec une probabilité C « événement improbable ».

- Si la fonction de sécurité est assurée, l'incendie est contenu dans la cellule jusqu'à son extinction. Cet incendie génère des effets thermiques, toxiques et sur la visibilité.
- Si la fonction de sécurité n'est pas assurée, l'incendie va se propager aux cellules adjacentes ce qui entraînera des effets thermiques, toxiques et sur la visibilité plus importants.

La fonction de sécurité est essentiellement assurée par la tenue au feu des murs et des portes.

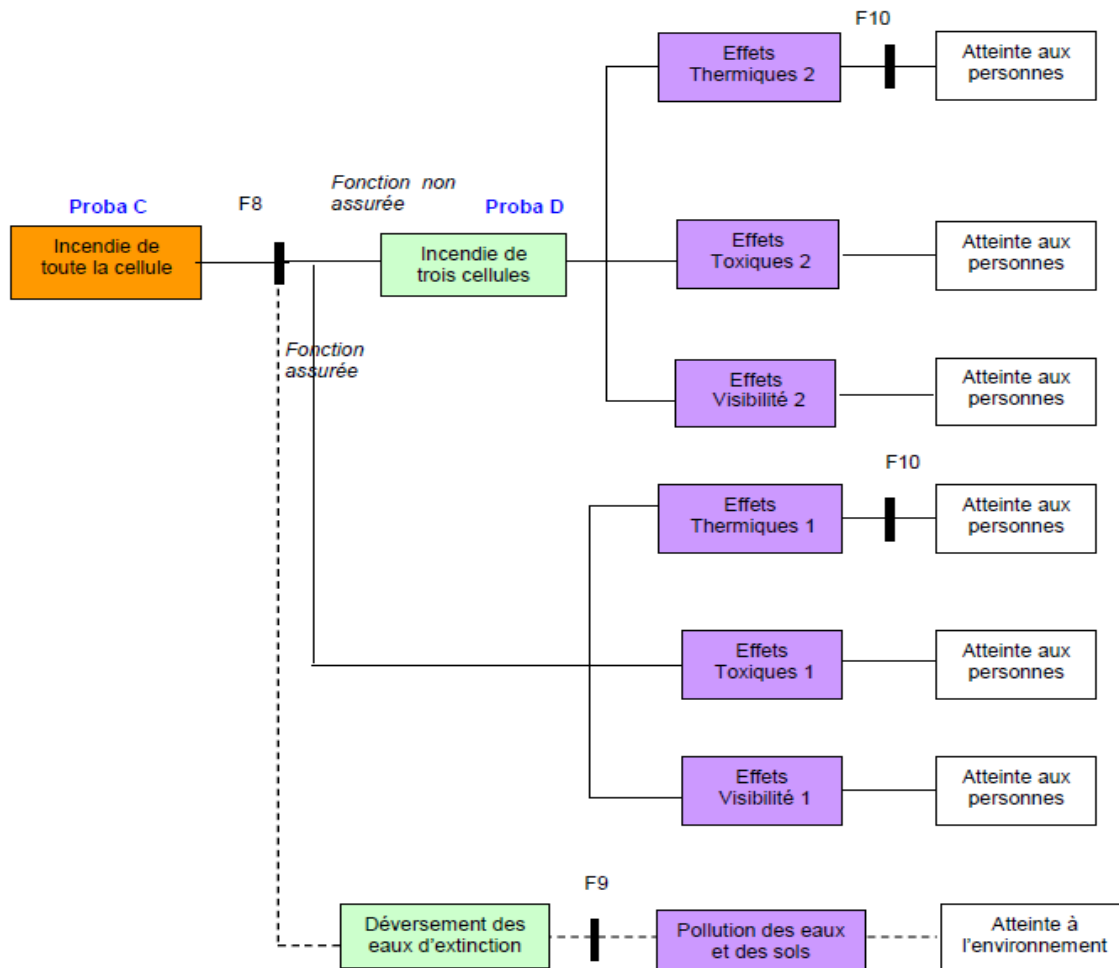
Nous avons vu dans le chapitre sur la cinétique que le temps de fermeture des portes est en adéquation avec la cinétique de l'incendie (délai de 30 s à la détection des fumées). De plus, la durée de tenue au feu des murs est d'au moins 4 heures.

Leur action sera facilitée par le système de désenfumage mis en place (réduction de la température et du flux de chaleur, augmentation de la visibilité).

Les exutoires doivent s'ouvrir automatiquement par la fonte d'un fusible (calibrage aux environs de 100°C). En cas d'échec, leur ouverture peut être commandée manuellement.

Les sapeurs-pompiers disposent de moyens adaptés au risque. L'alimentation des poteaux incendie sera garantie pendant au moins 2 heures.

L'ensemble de ces mesures permet d'estimer le niveau de confiance de la fonction à 1 et de décoter d'un facteur 10 la probabilité d'occurrence de l'incendie simultané de trois cellules de stockage.



La MMR valorisable pour cette fonction est la suivante :

- MMR 3 : compartimentage (murs coupe-feu, portes coupe-feu, bandes incombustibles)

### 6.3 Gravité incendie

Chacun des incendies va générer des effets (thermiques, toxiques et de visibilité) d'intensités différentes.

Nous allons coter la gravité des effets générés par l'incendie d'une cellule et l'incendie de 3 cellules.

#### 6.3.1 Incendie d'une cellule de stockage de produits combustibles courants

Nous prendrons l'hypothèse la plus pénalisante à savoir l'incendie d'un stockage de produits type 2662 dans la cellule 6.

En cas d'incendie de cette cellule, le flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup> impacte environ 200 m<sup>2</sup> de terrain au Nord-Est du site. Ce terrain est actuellement non aménagé et peu fréquenté. La circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2013 indique que pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) tels que ceux impactés par le flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup> côté Nord-Est, il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Les 200 m<sup>2</sup> impactés par le flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup> nous amènent à considérer la présence permanente de  $2 \cdot 10^{-4}$  personne.

La présence humaine exposée à des effets létaux étant inférieure à 1 personne on peut conclure que le phénomène dangereux « Incendie d'une cellule de stockage » peut être considéré comme présentant une gravité « sérieuse » si la présence humaine exposée à des effets irréversibles est inférieure à 10 personnes.

Le flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> impacte environ 2 000 m<sup>2</sup> de terrain côté Nord-Est du site et 1 200 m<sup>2</sup> côté Nord-Ouest. Ces terrains sont actuellement non aménagés et peu fréquentés.

La circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2013 indique que pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) tels que ceux impactés par le flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> côtés Nord-Est et Nord-Ouest, il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Les 3 200 m<sup>2</sup> impactés par le flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> nous amènent à considérer la présence permanente de  $3,2 \cdot 10^{-3}$  personne.

La présence humaine exposée à des effets irréversibles étant inférieure à 1 personne on peut conclure que le phénomène dangereux « Incendie d'une cellule de stockage de produits combustibles courants » peut être considéré comme présentant une gravité « **sérieuse** ».



### **6.3.2 Incendie d'une cellule de stockage d'alcools de bouche**

Nous prendrons l'hypothèse la plus pénalisante à savoir l'incendie d'un stockage de produits type 4755 dans la cellule 5.

En cas d'incendie de cette cellule, le flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup> impacte environ 400 m<sup>2</sup> de terrain au Nord-Ouest du site. Ce terrain est actuellement non aménagé et peu fréquenté.

La circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2013 indique que pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) tels que ceux impactés par le flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup> côté Nord-Ouest, il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Les 400 m<sup>2</sup> impactés par le flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup> nous amènent à considérer la présence permanente de 4.10<sup>-4</sup> personne.

La présence humaine exposée à des effets létaux étant inférieure à 1 personne on peut conclure que le phénomène dangereux « Incendie d'une cellule de stockage d'alcool de bouche » peut être considéré comme présentant une gravité « sérieuse » si la présence humaine exposée à des effets irréversibles est inférieure à 10 personnes.

Le flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> impacte environ 2 200 m<sup>2</sup> de terrain côté Nord-Ouest du site. Ce terrain est actuellement non aménagé et peu fréquenté.

La circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2013 indique que pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) tels que ceux impactés par le flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> côté Nord-Ouest, il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Les 2 200 m<sup>2</sup> impactés par le flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> nous amènent à considérer la présence permanente de 2,2.10<sup>-3</sup> personne.

Le flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> impacte également 30 mètres de la route de desserte de la ZAC côté Sud-Est. La circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2013 indique que pour les voies de circulation routières il faut compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Nous ne disposons pas de comptages routiers pour cette voie routière mais retenons de manière forfaitaire majorante le passage de 2 000 véhicules par jour sur cette route de desserte.

Pour un passage de 2000 véhicules par jour sur cet axe, les 30 mètres de voirie impactés représentent 0,24 personnes.

La présence humaine exposée à des effets irréversibles étant inférieure à 1 personne on peut conclure que le phénomène dangereux « Incendie d'une cellule de stockage d'alcool de bouche » peut être considéré comme présentant une gravité « **sérieuse** ».

### **6.3.3 Incendie de la cellule de stockage de liquides inflammables**

Les modélisations ont montré qu'en cas d'incendie de la cellule de stockage de liquides inflammables, les flux thermiques de 5 et de 3 kW/m<sup>2</sup> ne sortent pas des limites de l'établissement.

Ce phénomène n'est donc pas à coter.

### **6.3.4 Incendie de trois cellules de stockage de produits type 2663**

En cas d'incendie de trois cellules de stockage de produits de type 2663, le flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup> ne sort pas des limites de propriétés.

Le flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> impacte 1 700 m<sup>2</sup> de terrain au Nord-Ouest du site. Ce terrain est actuellement non aménagé et peu fréquenté.

La circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2013 indique que pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) tels que ceux impactés par le flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> côté Nord-Ouest, il faut compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Les 1 700 m<sup>2</sup> impactés par le flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> nous amènent à considérer la présence permanente de  $1,7 \cdot 10^{-4}$  personne.

En l'absence d'effets létaux hors du site et la présence humaine exposée à des effets irréversibles étant inférieure à 1 personne on peut conclure que le phénomène dangereux « Incendie de trois cellules de stockage de 2663 » peut être considéré comme présentant une gravité « modérée ».

## **6.4 Cinétique incendie**

L'incendie d'un îlot de stockage ou d'un rack puis l'incendie d'une cellule de stockage en cas de non-fonctionnement du sprinkler sont des phénomènes à cinétique rapide.

Le phénomène d'incendie de plusieurs cellules est un phénomène plus long qui nécessite, compte tenu de la présence des murs séparatifs coupe-feu de degré deux heures, que l'incendie dure plusieurs heures sans intervention des pompiers.

Ce phénomène est donc à cinétique lente.

## **6.5 Probabilité, gravité et cinétique du phénomène « Explosion de la chaufferie »**

Les zones SEI et SEL ne sortent pas des limites de propriété.

Ce phénomène n'est donc pas à coter.

### 6.6 Matrice Probabilité x Gravité

A l'issue de l'analyse, chaque scénario identifié est positionné sur la matrice Probabilité x Gravité ci-dessous :

Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque (note 1)	PROBABILITE (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux			Incendie d'une cellule de stockage de produits courants  Incendie d'une cellule de stockage d'alcools de bouche		
Modéré		Incendie de trois cellules de stockage			

La cotation nous montre que les événements « incendie » présentent une gravité **sérieuse**.

Toutes les mesures ont été prises pour obtenir un niveau de risque aussi bas que possible.

### 6.7 Conclusions sur le niveau de risque

La cotation nous montre que tous les événements redoutés restent à un niveau sérieux.

Toutes les mesures ont été prises pour obtenir un niveau de risque aussi bas que possible au regard des enjeux du site.

## 7 NATURE ET ORGANISATION DES MOYENS DE SECOURS

### 7.1 Mesures organisationnelles

#### 7.1.1 Consignes d'intervention et d'évacuation

Conformément aux dispositions de l'arrêté du 11 avril 2017, et sans préjudice des dispositions du code du travail, des consignes seront établies, tenues à jour et affichées dans les lieux fréquentés par le personnel.

Ces consignes indiqueront notamment :

- L'interdiction de fumer ;
- L'interdiction de tout brûlage à l'air libre ;
- L'interdiction d'apporter du feu sous une forme quelconque,
- L'obligation du document ou dossier à établir lors des travaux de réparation et d'aménagement ;
- Les précautions à prendre pour l'emploi et le stockage de produits incompatibles ;
- Les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation (électricité, obturation des écoulements d'égouts notamment) ;
- Les modalités de mise en œuvre des dispositifs d'isolement du réseau de collecte;
- Les moyens de lutte contre l'incendie ;
- Les dispositions à mettre en œuvre lors de l'indisponibilité (maintenance...) de ceux-ci ;
- La procédure d'alerte avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours.

#### 7.1.2 Plan de défense incendie

Un plan de défense incendie sera mis en place dans l'établissement. Celui-ci comprendra, conformément à l'arrêté du 11 avril 2017 :

- le schéma d'alerte décrivant les actions à mener à compter de la détection d'un incendie (l'origine et la prise en compte de l'alerte, l'appel des secours extérieurs, la liste des interlocuteurs internes et externes) ;
- l'organisation de la première intervention et de l'évacuation face à un incendie en période ouvrée. Il détaillera en particulier les procédures mises en place par l'utilisateur pour permettre une évacuation rapide de l'établissement. Il détaillera ensuite l'emplacement des points de rassemblement qui auront été positionnés autour de l'établissement pour être situés hors du flux thermique de 1,5 kW/m<sup>2</sup>.
- en cas de présence d'une équipe de première intervention sur le site, la liste du personnel formé et les procédures de première intervention seront versées dans le Plan de Défense Incendie
- les modalités d'accueil des services d'incendie et de secours en période ouvrée et non ouvrée ;
- la justification des compétences du personnel susceptible, en cas d'alerte, d'intervenir avec des extincteurs et des robinets d'incendie armés et d'interagir sur

les moyens fixes de protection incendie, notamment en matière de formation, de qualification et d'entraînement ;

- le plan de situation décrivant schématiquement l'alimentation des différents points d'eau ainsi que l'emplacement des vannes de barrage sur les canalisations, et les modalités de mise en œuvre, en toutes circonstances, de la ressource en eau nécessaire à la maîtrise de l'incendie;
- la description du fonctionnement opérationnel du système d'extinction automatique;
- la localisation des commandes des équipements de désenfumage prévus au point 5 ;
- la localisation des interrupteurs centraux ;
- les mesures particulières en cas d'indisponibilité temporaire du système d'extinction automatique d'incendie.

## **7.2 Moyens de secours**

### **7.2.1 Extincteurs et RIA**

Le personnel sera régulièrement formé à l'utilisation des engins de lutte contre l'incendie (RIA et extincteurs). Des exercices incendie seront organisés annuellement pour les employés du site.

- **Les extincteurs**

Des extincteurs adaptés aux produits stockés seront répartis dans les cellules de stockage à raison d'un appareil pour 200 m<sup>2</sup> de surface. Ces équipements seront contrôlés annuellement par une société spécialisée.

- **Les RIA**

Les robinets d'incendie armés seront répartis dans les cellules de stockage de telle sorte que chaque point de l'entrepôt puisse être atteint par deux jets de lance. Les vérifications périodiques de maintenance seront faites tous les ans et la révision tous les cinq ans.

### **7.2.2 L'installation sprinkler**

Le bâtiment sera équipé d'un réseau d'extinction automatique d'incendie de type sprinkler. Les têtes sprinkler sont thermofusibles, elles s'activent à partir d'une certaine valeur de la température (par exemple 75°C). Elles peuvent donc être assimilées à un détecteur thermostatique.

A la différence d'une détection incendie classique (détecteurs de fumée), le sprinklage présente l'avantage d'intervenir directement sur le feu tout en activant une alarme sur le site (sonore) et un report d'alarme (à la société de télésurveillance).

Pour l'entrepôt, l'installation comprendra :

- Un local équipé d'une motopompe autonome diesel en charge à démarrage automatique,

- Une cuve d'eau d'un volume de 800 m<sup>3</sup> pour les réseaux « extinction automatique et RIA »,
- Une pompe maintenant l'installation à une pression statique constante de 10 bars environ,
- Une armoire d'alarme avec renvoi en télésurveillance.

« Le rôle d'une installation de sprinklers est de détecter un foyer d'incendie et de l'éteindre à ses débuts ou au moins de le contenir de façon que l'extinction puisse être menée à bien par des moyens de l'établissement protégé ou par les pompiers » (définition donnée par la règle R1 de l'APSAD, compatible avec la norme NF S 61-210).

Ainsi, une installation fixe d'extinction automatique de type sprinkler, dimensionnée correctement et en état de marche détecte, signale et limite tout départ d'incendie (l'extension du feu est limitée et les alentours sont refroidis ce qui augmente la durée de stabilité des matériaux) et remplit ainsi le rôle d'une installation de détection automatique d'incendie.

---

### **7.2.3 Poteaux incendie**

Une voie pompiers de 6 m de largeur permettra l'accès au bâtiment sur l'ensemble de son périmètre. Elle sera pour partie sur l'emprise de la cour de manœuvre des poids lourds.

A partir de cette voie, les Sapeurs-pompiers pourront accéder à toutes les issues de l'entrepôt par des chemins stabilisés de 1,80 m de largeur minimum et sans avoir à parcourir plus de 60 m.

La sécurité incendie sera assurée par 8 poteaux incendie implantés autour du bâtiment.

Ces poteaux incendie seront répartis autour de l'établissement de manière à ce que :

- les appareils ne soient pas distants entre eux de plus de 150 m,
- l'accès extérieur de chaque cellule ne soit pas situé à plus de 100 m d'un poteau.

Le débit requis par la méthode de dimensionnement D9 (360 m<sup>3</sup>/h) sera fourni par une réserve incendie de 720 m<sup>3</sup> via un surpresseur pouvant alimenter le réseau de poteaux incendie de l'établissement à hauteur de 360 m<sup>3</sup>/h pendant deux heures.

---

### **7.2.4 Colonnes sèches**

Des colonnes sèches permettant l'arrosage des murs coupe-feu séparatifs (rampes d'aspersion posées au-dessus de l'acrotère des murs séparatifs) seront mises en oeuvre sur l'acrotère des murs coupe-feu séparatifs en vue de leur refroidissement. Ces rampes seront alimentées par le SDIS au moyen de raccords normalisés en pied de façade.

### 7.2.5 Besoins en eau - Bassin de rétention des eaux incendie et vanne associée

Le document D9 impose un volume d'eau nécessaire à la défense incendie de 360 m<sup>3</sup>/h pendant 2 heures.

Description sommaire du risque			
CRITERE	COEFFICIENTS ADDITIONNELS	COEFFICIENTS RETENUS	COMMENTAIRES
Hauteur de stockage : - Jusqu'à 3 mètres - Jusqu'à 8 mètres - Jusqu'à 12 mètres - Jusqu'à 30 mètres - Jusqu'à 40 mètres - Au delà de 40 mètres	0 0,1 0,2 0,5 0,7 0,8	0,2	Les cellules présenteront une hauteur de stockage inférieure à 12m.
Type de construction : - Ossature stable au feu ≥ 1 heure - Ossature stable au feu ≥ 30 minutes - Ossature stable au feu < 30 minutes	-0,1 0 0,1	-0,1	La structure du bâtiment sera R60.
Matériaux aggravants : Présence d'au moins un matériau aggravant	0,1	0,1	La toiture sera recouverte d'une étanchéité bitumineuse
Types d'interventions internes : - Accueil 24h/24 (présence permanente à l'entrée) - DAI généralisée reportée 24h/24 7j/7 en télésurveillance. - 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	DAI généralisée reportée 24h/24 7j/7 en télésurveillance.
Σ des Coefficients		0,1	
1+ Σ des Coefficients		1,1	
Surface de référence (S en m <sup>2</sup> )		5 500	La surface de référence correspond à la surface de la cellule la plus grande du bâtiment (m <sup>2</sup> )

$Q_i = 30 \times \frac{S}{500} \times (1 + \sum coeff)$ en m <sup>3</sup> /h		364	
Catégorie de risque : - Risque faible : QRF = Qi x 0,5 - Risque 1 : Q1 = Qi x 1 - Risque 2 : Q2 = Qi x 1,5 - Risque 3 : Q3 = Qi x 2	Risque 3	728	La catégorie de risque 3 est le niveau de risque utilisé pour les entrepôts de stockage pouvant contenir des liquides inflammables.
Risque sprinklé : Q2/2		364	Le bâtiment sera sprinklé.
Débit requis (Q en m <sup>3</sup> /h) Arrondi aux 30 m <sup>3</sup> les plus proches		<b>360</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>

Le besoin en rétention est défini selon le guide technique D9A.

<b>Besoins pour la lutte extérieure</b>		Résultats document D9 (Besoins x 2 heures au minimum)	720 m <sup>3</sup>	Dimensionnement D9 pour 2 heures
<b>Moyens de lutte contre l'incendie</b>	Sprinklers	Volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maximale de fonctionnement	800 m <sup>3</sup>	Dimensionnement de la cuve sprinkler
	Rideaux d'eau	Besoins x 90 minutes		
	RIA	A négliger		
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage		
	Brouillards d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis		
<b>Volumes d'eau liés aux intempéries</b>		10 L/m <sup>2</sup> de surface de drainage	500 m <sup>3</sup>	Surface imperméabilisée totale = 49 689 m <sup>2</sup>
<b>Présence stock de liquides</b>		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	91 m <sup>3</sup>	Stockage maximal de 453 m <sup>3</sup> d'alcools de bouche dans une cellule



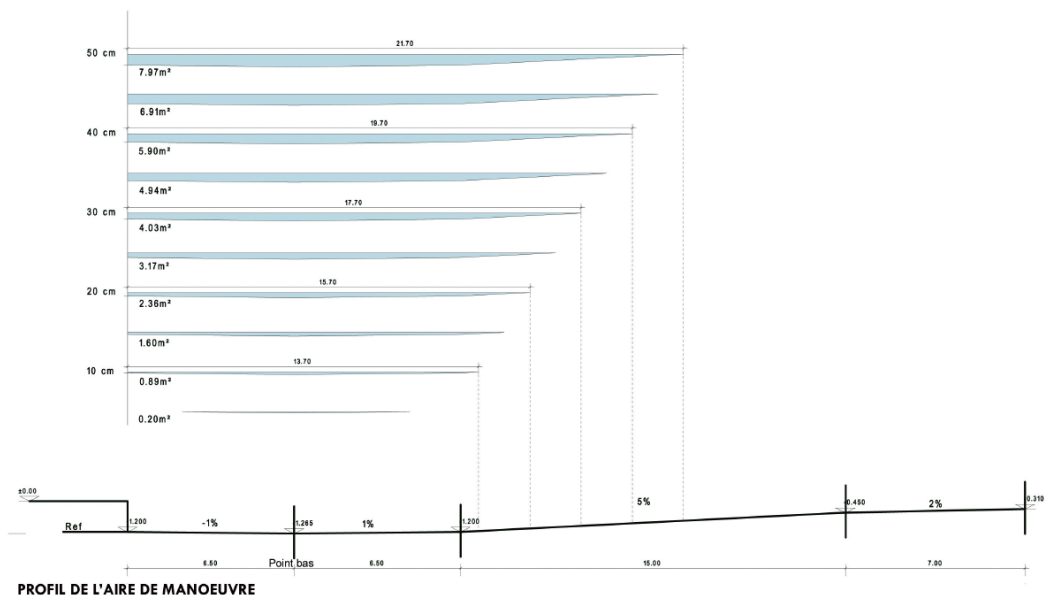
<b>Volume total de liquide à mettre en rétention</b>	<b>2 111 m<sup>3</sup></b>	
--	----------------------------	--

Le besoin en rétention des eaux incendie de 2 111 m<sup>3</sup> a été calculé selon le guide technique D9A.

La rétention des eaux d'extinction incendie sera assurée :

- dans les quais (volume retenu 400 m<sup>3</sup>) pour un linéaire de quais de 170 m sans que la hauteur de stockage au point le plus haut ne dépasse 20 cm,
- pour le reste (1 711 m<sup>3</sup>) dans le bassin d'orage étanche des eaux pluviales de voiries.

La capacité de stockage dans les quais de l'établissement a été déterminée à partir de l'analyse des pentes des cours camions ci-dessous :



Pour une hauteur de 20 cm, la coupe nous indique que l'on peut retenir 2,36 m<sup>3</sup> par mètre linéaire.

Les 170 m de quais de l'établissement nous permettent donc de retenir 400 m<sup>3</sup> d'eau incendie.

Les eaux non retenues au niveau des quais (1 711 m<sup>3</sup> suivant le calcul réalisé à partir de la D9A) vont être acheminées vers le bassin d'orage étanche des eaux pluviales de voiries.

**Le bassin étanche de 1 711 m<sup>3</sup> pourra donc retenir soit l'orage décennal sur les voiries (1 029 m<sup>3</sup>), soit le volume des eaux d'extinction incendie dimensionné suivant le guide D9A (comprenant donc une pluie de 10 mm).**

En cas de sinistre, les eaux stockées dans le bassin étanche seront analysées. Si elles ne présentent pas de pollution, elles seront rejetées dans le bassin d'infiltration des eaux

pluviales. Si elles sont polluées, elles seront éliminées comme DIS par une société spécialisée.

Deux vannes seront installées sur le site :

- Une vanne de barrage sera implantée en amont du bassin végétalisé. Elle permettra de rediriger les eaux de toitures vers le bassin de rétention étanche. En effet, en cas d'effondrement de la toiture, les eaux incendie pourraient circuler par ce réseau.
- Une autre vanne sera implantée en aval du bassin étanche. Par sa fermeture, elle permettra de contenir les eaux incendie dans le bassin de rétention étanche.

## 8 IMPACT FINANCIER DES MESURES DE PREVENTION

Les mesures de sécurité ont été prises en compte dès la conception du bâtiment.

Nous rappelons ici les principales mesures techniques mises en place pour assurer la sécurité et limiter les risques dans notre entrepôt :

- Réseau de poteaux incendie,
- Ecrans thermiques,
- Portes coupe-feu,
- RIA,
- Sprinkler,
- Désenfumage,
- Ecrans de cantonnement,
- Protection foudre,
- Eclairage de sécurité,
- Gestion Technique du Bâtiment (report des alarmes centralisé, commande et contrôle des appareils à distance, etc.),
- Voirie pompiers,
- Clôtures, portails,
- Vannes d'isolement,

L'estimation prévisionnelle du coût global de ces mesures est de 3 306 000 €.

Ce montant ne prend pas en compte l'entretien et le contrôle de ces équipements.