

## Partie 4

### ETUDE DES DANGERS

<b>1. Méthodologie.....</b>	<b>130</b>
<b>2. Identification des potentiels de dangers .....</b>	<b>132</b>
2.1. Produits et procédés .....	132
2.1.1. Produits recensés sur le site .....	132
2.1.2. Procédés et équipements .....	134
2.1.3. Pertes d'utilité .....	134
2.1.4. Conclusion .....	136
2.2. Dangers liés à l'environnement humain.....	136
2.2.1. Voies de circulation.....	136
2.2.2. Intrusion, actes malveillants .....	137
2.2.3. Voisinage industriel.....	137
2.3. Dangers liés à l'environnement naturel.....	137
2.3.1. Le risque d'inondation .....	137
2.3.2. Le risque foudre .....	138
2.3.3. Le risque sismique .....	139
2.3.4. Autres phénomènes naturels .....	140
2.4. Accidentologie et retour d'expérience.....	141
2.4.1. Accidentologie .....	141
2.4.2. Retour d'expérience chez JJA .....	149
2.4.3. Conclusions .....	149
2.5. Réduction des potentiels de dangers .....	151
2.5.1. Mode de stockage et aménagement des cellules.....	151
2.5.2. Matériels de sécurité .....	151
2.5.3. Marchandises présentes .....	151
<b>3. Analyse préliminaire des risques.....</b>	<b>152</b>
3.1. Identification de la vulnérabilité des cibles.....	152
3.1.1. Enjeux internes .....	152
3.1.2. Enjeux externes .....	152
3.2. Evaluation de la gravité et de la probabilité .....	153
3.2.1. Cotation de la probabilité .....	153
3.2.2. Cotation de la gravité .....	153
3.2.3. Grille de criticité .....	154

3.3. Synthèse de l'étude préliminaire des risques.....	154
<b>4. Analyse détaillée des risques (ADR).....</b>	<b>158</b>
4.1. Modélisation des effets : évaluation de la gravité .....	158
4.1.1. Méthodologie .....	158
4.1.2. Seuils d'effets retenus.....	160
4.2. Evaluation de l'intensité des effets .....	161
4.3. Evaluation de la gravité des phénomènes étudiés.....	193
4.3.1. PhD 3 : incendie d'une cellule .....	193
4.3.2. PhD 3b : incendie de deux cellules .....	193
4.3.3. PhD 7 : explosion de la chaufferie.....	193
4.3.4. Synthèse.....	194
4.4. Evaluation de la probabilité des phénomènes étudiés .....	194
4.4.1. PhD 2 : incendie d'une cellule de stockage.....	195
4.4.2. PhD 6 : explosion de la chaufferie.....	199
4.4.3. Conclusion de l'ADR .....	200
4.5. Evaluation de la cinétique des phénomènes étudiés .....	202
<b>5. Rappel des mesures prises pour assurer la sécurité .....</b>	<b>203</b>
5.1. Structure, compartimentage .....	203
5.2. Toiture, désenfumage, cantonnement .....	204
5.3. Moyens de lutte incendie.....	204
5.3.1. Moyens internes .....	204
5.3.2. Moyens externes .....	205
5.4. Accès des secours .....	206
5.5. Rétentions.....	207
5.5.1. Eaux d'extinction d'un incendie .....	207
5.5.2. Locaux de charge .....	208
5.5.3. Local sprinkler.....	208
5.6. Prévention des risques d'explosion .....	208
5.6.1. Locaux de charge .....	208
5.6.2. Chaufferie .....	208
5.7. Surveillance, gardiennage .....	209
5.8. Organisation des secours.....	209

## ILLUSTRATIONS

Figure 1 : cartographie des effets de surpression – explosion de la chaufferie ..... 192

Tableau 1 : dangers liés aux produits .....	134
Tableau 2 : dangers liés aux procédés .....	134
Tableau 3 : dangers liés aux pertes d'utilités .....	136
Tableau 4 : dangers liés aux phénomènes naturels.....	140
Tableau 5 : échelle qualitative de probabilité .....	153
Tableau 6 : échelle de gravité.....	153
Tableau 7 : grille de criticité.....	154
Tableau 8 : analyse préliminaire des risques.....	156
Tableau 9 : classement des phénomènes dangereux (APR) .....	157
Tableau 10 : distances d'effets toxiques – cellule d'environ 12 000 m <sup>2</sup> .....	174
Tableau 11 : distances d'effets toxiques – cellule 8.1 .....	174
Tableau 12 : distances d'effets toxiques – incendie de deux cellules.....	176
Tableau 13 : cotation de la Gravité (ADR) .....	194
Tableau 14 : grille de criticité.....	201
Tableau 15 : cinétique des phénomènes étudiés.....	202

# 1. Méthodologie

La méthodologie employée dans la présente étude se base sur les recommandations des textes en vigueur et plus particulièrement des arrêtés et circulaires concernant les études des dangers des installations dites « Seveso ». Elle est cependant simplifiée pour s'adapter au cas spécifique des entrepôts logistiques « non Seveso ».<sup>1</sup>

Elle reprend les grandes étapes détaillées dans le schéma de principe donné ci-après.

La présente étude des dangers a été réalisée par le bureau d'étude BIGS pour le compte de la société JJA.

## BUREAU D'ETUDE ICPE



BIGS

165 bis rue de Vaugirard  
75015 PARIS

☎ : 01 70 64 22 32

Directeur de projet :

2

Stéphane RODRIGUEZ

---

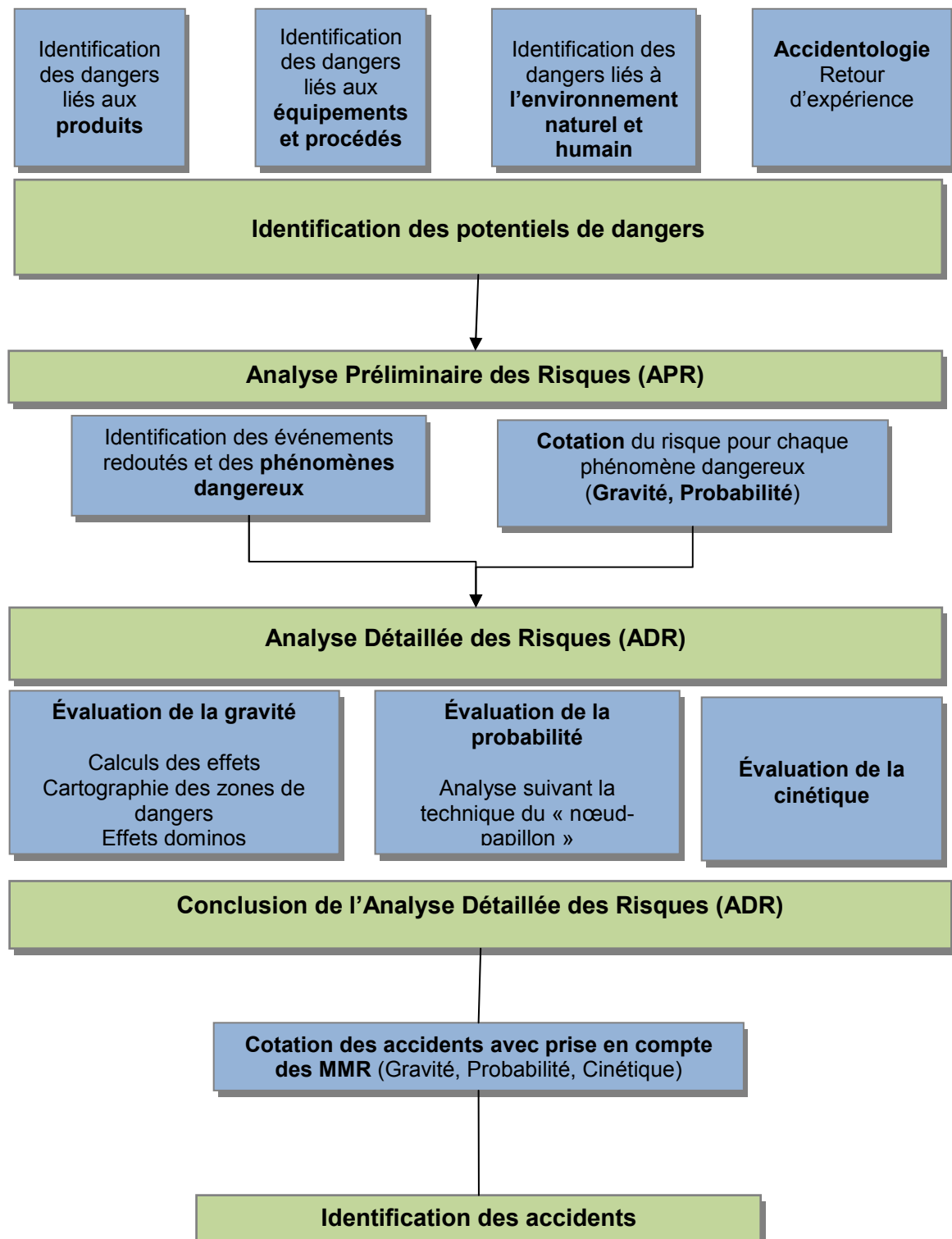
<sup>1</sup> Arrêté du 26/05/2014 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation

Circulaire du 10/05/10 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003

Arrêté du 29/09/05 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation



### Schéma de principe de l'étude des dangers



## 2. Identification des potentiels de dangers

Cette première étape doit permettre d'identifier et de recenser les potentiels de dangers susceptibles de produire des accidents dans l'installation.

L'identification des potentiels de dangers est effectuée à partir de l'analyse :

- des marchandises et produits stockés ou utilisés sur le site,
- des installations techniques mises en œuvre, dans les différentes conditions de fonctionnement pouvant se présenter (normales, transitoires et en cas de perte d'utilité).

Elle analyse également les dangers liés à l'environnement naturel et humain par rapport aux installations du site.

Enfin, le retour d'expérience sur des installations similaires est étudié au travers de l'accidentologie éventuelle de la société exploitante et surtout au travers de bases de données comme la base de données ARIA du Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles (BARPI), service spécialisé du Ministère de l'écologie et du développement durable (DPPR/SEI/BARPI).

### 2.1. Produits et procédés

#### 2.1.1. Produits recensés sur le site

##### 2.1.1.1. **Marchandises stockées, emballages**

JJA sollicite l'autorisation environnementale d'un entrepôt couvert destiné au stockage de marchandises essentiellement combustibles dans un bâtiment composé de dix cellules de stockage.

Il sera stocké des matières dites « dangereuses » de type produit dangereux pour l'environnement aquatique, comburant et inflammable mais en faible quantité par rapport aux marchandises combustibles. Le stockage de ces matières dites « dangereuses » sera effectué dans deux cellules dédiées à cet effet.

L'unité de stockage dans un entrepôt est appelée par simplification de langage une « palette ». Une « palette » se compose :

- d'un support en bois : la palette proprement dit. La palette en bois standard ou « palette Europe » a comme dimensions 1200 x 800 x 200 millimètres pour un poids variant de 20 à 30 kilogrammes ;
- des marchandises généralement emballées dans des cartons ; dans notre cas, nous prendrons de façon conservatoire une quantité moyenne de matières combustibles par palette de 600 kg.
- d'un film en PE (polyéthylène) qui maintient les cartons sur la palette.

Le volume occupé par une palette est de l'ordre de **1,8 m<sup>3</sup>** pouvant contenir, dans notre cas, **600 kg** de matières combustibles. Ces différentes marchandises seront emballées dans des cartons disposés sur des palettes en bois et filmées.

#### 2.1.1.2. Produits utilisés dans les installations techniques

Les chaudières fonctionneront au **gaz de ville** dont le composant principal est le méthane (CH<sub>4</sub>).

Le groupe motopompe du réseau sprinkler fonctionnera au **fioul domestique**.

Le tableau suivant résume pour ces différents produits les risques qui y sont liés et les potentiels de danger.

	Composition	Risques	Potentiels de dangers
<b>Marchandises</b>			
Produits « 1510 »	Produits divers combustibles	Solides combustibles	<b>Incendie</b>
Produits « 1532 »	Bois	Solides combustibles	<b>Incendie</b>
Produits « 2663 »	Matières plastiques, polymères	Solides combustibles	<b>Incendie</b>
Aérosols inflammables, allume-gaz et briquets	Substances organiques à base hydrocarbonée	Inflammable	<b>Incendie</b> <b>Pollution du milieu naturel</b>
Produits dangereux pour l'environnement aquatique	Essentiellement à base de chlore	Dangereux pour l'environnement aquatique	<b>Pollution des eaux</b>
Solide comburant	Galets chlorés	Favorise l'apparition d'un incendie Dangereux pour l'environnement aquatique	<b>Effet aggravant en cas d'incendie</b> <b>Pollution des eaux en cas de dissolution</b>
Emballages	Papier, carton Polyéthylène	Solides combustibles	<b>Incendie</b>
Palettes	Bois	Produit combustible	<b>Incendie</b>

Utilités			
Gaz de ville	Méthane (CH <sub>4</sub> )	Gaz extrêmement inflammable	Explosion Incendie
Fioul domestique	Hydrocarbures	Liquide inflammable Liquide dangereux pour l'environnement	Explosion Incendie Pollution du sol et des eaux de surface

Tableau 1 : dangers liés aux produits

### 2.1.2. Procédés et équipements

En fonctionnement normal, les potentiels de dangers liés aux process mis en œuvre et aux installations techniques sont les suivants :

Activité	Equipements	Produits présents	Potentiels de danger
Livraison, Expédition	Camions	Marchandises	Accidents de la route Renversement de camion Surchauffe du moteur ou des freins
Transport de palette sur chariot élévateur	Chariots Transpalettes		Renversement de palettes Chute de palettes Écrasement de palettes ou de cartons
Stockage	Racks Palettiers		Emballage défectueux Écroulement de rack
Chauffage de l'entrepôt	Chaudières	Gaz de ville	Fuite de gaz Arrêt ou dysfonctionnement des brûleurs
Charge des batteries	Batteries Chargeurs	Acide sulfurique Hydrogène	Fuite d'acide Accumulation d'hydrogène
Extinction automatique	Pompes Cuve aérienne	Fioul domestique	Perte de confinement

Tableau 2 : dangers liés aux procédés

### 2.1.3. Pertes d'utilité

La défaillance en matière d'utilités (électricité, eau, gaz, etc.) peut entraîner des incidents au niveau des équipements du site ou des installations de protection.

Le tableau suivant analyse les potentiels de dangers liés aux pertes d'utilités.

UTILITE	UTILISATION	DEFAILLANCE	SECURITE
<b>Electricité</b>	Alimentation des locaux de charge	Interruption de la charge des batteries	Pas de formation d'hydrogène hors charge
	Alimentation du local chaufferie	Dysfonctionnement des brûleurs Dysfonctionnement des systèmes de sécurité	Électrovannes (fermeture automatique et coupure immédiate d'alimentation en gaz)
	Alimentation des installations de prévention et protection incendie	Portes coupe-feu Désenfumage Alarme Signalisation des issues de secours Vanne d'isolement	Électro-aimant sur les portes coupe-feu (fermeture automatique) Activation manuelle des dispositifs de désenfumage Batteries autonomes sur les alarmes Blocs autonomes sur les issues de secours Activation manuelle de la vanne d'isolement
<b>Eau</b>	Alimentation du réseau sprinkler	Absence de circulation d'eau dans le réseau	Protection hors gel des réseaux Surveillance et contrôle du niveau d'eau maintenu à son niveau maximal par des appoints à partir du réseau d'eau potable pour compenser les pertes par évaporation Suspension éventuelle des essais en cas de dysfonctionnement pour maintenir le niveau Cuve du système assurant une réserve d'eau indépendante pour au moins une heure de fonctionnement
	Alimentation des bornes incendie et des colonnes d'arrosage en toiture	Défaillance du réseau public d'eau incendie	Mise en place d'un réseau privé autonome assurant deux heures d'autonomie en puisant l'eau dans une cuve de 900 m <sup>3</sup> et dans une réserve incendie aérienne de 600 m <sup>3</sup> .
	Alimentation des chaudières	Arrêt des chaudières sans conséquence	Sans objet
	Alimentation des chaudières	Arrêt des chaudières	Électrovannes (mise en sécurité) avec redémarrage manuel
<b>Fioul domestique</b>	Alimentation du groupe motopompe sprinkler	Groupe motopompe non opérationnel	Procédure de contrôle du niveau de fioul domestique Entretien et maintenance du groupe motopompe conservé constamment à la température d'allumage Test hebdomadaire

UTILITE	UTILISATION	DEFAILLANCE	SECURITE
<b>Réseau téléphonique</b>	Mobilisation des secours extérieurs	Perte de communication avec les services de secours Perte de moyens d'alerte	Utilisation de téléphone portable

Tableau 3 : dangers liés aux pertes d'utilités

#### 2.1.4. Conclusion

Trois types de risques peuvent être mis en évidence à travers l'analyse des produits et procédés mis en œuvre dans l'établissement :

- risque **incendie** lié au caractère combustible de la majorité des marchandises concernées et au caractère inflammable de certains produits « dangereux »,
- risque **d'explosion** lié à l'utilisation de gaz de ville dans la chaufferie ou à la formation d'hydrogène dans les locaux de charge d'accumulateurs électriques,
- risque de **déversement** de fioul domestique dans le local sprinkler et de produits « dangereux » liquides dans les deux cellules dédiées.

## 2.2. Dangers liés à l'environnement humain

### 2.2.1. Voies de circulation

#### 2.2.1.1. Routes

Le terrain est desservi par l'allée des Tilleuls qui est également empruntée par l'ensemble du trafic routier à destination des entreprises implantées au sud. Toutefois, notre bâtiment et les installations sensibles (chaufferie, locaux de charge, local sprinkler, locaux électriques) seront éloignés des accès desservant notre terrain. Un incident sur l'allée des Tilleuls ou sur une autre voie interne de la ZAC a en conséquence très peu de probabilité d'impacter notre installation.

#### 2.2.1.2. Voies ferrées

Il n'y a pas de voie ferrée à proximité de notre installation.

#### 2.2.1.3. Aéroports – aérodromes

Vu la distance entre notre installation et l'aérodrome le plus proche (30 kilomètres), la probabilité de chute d'un avion sur notre installation est très faible.

### 2.2.2. Intrusion, actes malveillants

Un certain nombre de mesures sera pris pour assurer la sécurité du site pendant et en dehors des heures de fonctionnement.

Notre établissement sera entièrement entouré par une clôture métallique de deux mètres de hauteur. La fermeture du site sera assurée par des portails coulissants.

Un gardien permanent surveillera l'entrée du site pendant et en dehors des heures d'ouverture de l'établissement. De plus, l'établissement sera sous télésurveillance (report vidéo et alarme anti-intrusion).

### 2.2.3. Voisinage industriel

Le voisinage actuel est constitué des entreprises présentes dans la ZAC des Hauts Plateaux le long de la RD 1001 ; certaines sont des ateliers de fabrication (ACR Menuiserie, La Chambre des Confitures) mais elles ne sont pas suffisamment importantes pour être à l'origine d'un accident pouvant nous impliquer.

Il n'existe pas d'autre construction voisine.

Quelques entreprises exploitent un entrepôt dans la ZAC des Hauts du Val de Nièvre qui a sa limite nord à 500 mètres au sud de notre terrain, de l'autre côté de l'autoroute A16. La distance sera garante de l'absence d'agression entre notre installation et ces entreprises.

Nous avons recensé un établissement SEVESO seuil bas sur la commune de Flixecourt. Il s'agit de l'entreprise BEAURAIN GAZ, centre de production et de distribution de gaz butane et propane situé dans la ZAC des Hauts du Val de Nièvre à 1,25 kilomètre au sud de notre terrain. A cette distance, aucun effet domino n'est à prévoir.

## **2.3. Dangers liés à l'environnement naturel**

Certains phénomènes naturels peuvent avoir des conséquences importantes sur les installations et être initiateurs d'accident sur le site.

Les paragraphes qui suivent étudient les événements naturels pouvant affecter l'établissement et les conséquences éventuelles.

### 2.3.1. Le risque d'inondation

Le risque d'inondation est identifié sur la commune de L'Etoile (PPRI de la Vallée de la Somme) mais notre terrain n'est pas dans la zone des aléas. Par conséquent, aucune mesure conservatoire n'est à prendre vis-à-vis du risque « inondation ».

### 2.3.2. Le risque foudre

Les effets du foudrolement sur un bâtiment industriel sont de plusieurs ordres :

- effets thermiques,
- montées en potentiel et amorçages,
- effets d'induction,
- effets électrodynamiques,
- effets électrochimiques,
- effets acoustiques.

Ces effets peuvent avoir des conséquences plus ou moins graves sur le personnel et sur les installations.

Les installations classées pour la protection de l'environnement à autorisation au titre des rubriques 1510, 1532 et 2663 sont soumises aux prescriptions de l'arrêté du 04 octobre 2010 modifié. Cet arrêté impose la réalisation d'une analyse du risque foudre (ARF) par un organisme compétent complétée s'il y a lieu par une étude technique (ET). Ces études ont été confiées au cabinet ENERGIE Foudre – voir études complètes en ANNEXE 11.

#### 2.3.2.1. **Analyse du risque foudre (ARF)**

L'ARF vise à identifier les équipements et installations dont une protection doit être assurée.

L'analyse est basée sur une évaluation des risques réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2. Elle définit les niveaux de protection nécessaires aux installations. Elle a été modélisée par le logiciel officiel de l'UTE « Jupiter – version 1.3.0 ».

Le niveau de protection défini dans l'analyse du risque foudre est le niveau IV.

#### 2.3.2.2. **Étude technique foudre : protection contre la foudre**

##### **. Protection contre les effets directs de la foudre**

Il est préconisé une Installation Extérieure de Protection Foudre (IEPF) qui sera réalisée au moyen de quinze paratonnerres à dispositif d'amorçage (PDA) :

- Dispositif de capture : 15 PDA 60  $\mu$  s en inox ;
- Niveau de protection : IV - Rayon de protection : 64 m (réduit de 40%) ;
- Les PDA seront reliés entre eux en toiture afin de mutualiser les chemins de descente ;
- Circuit de liaison à la terre : un circuit de descente par paratonnerre ;
- Distance de séparation : les conducteurs de toiture seront éloignés d'au moins 0,41 mètre de toutes masses métalliques ;
- Joint de contrôle - Tube de protection : sur le bas de chaque descente ;
- Comptage des coups de foudre : sur la descente de chaque paratonnerre. ;
- Pancarte d'avertissement : sur le bas de chaque descente ;
- Prise de terre : chaque descente sera reliée à une prise de terre ( $< 10 \Omega$ ) raccordée dans un regard de visite pour permettre son interconnexion sur le circuit de terre général.



## . Protection contre les effets indirects de la foudre installations intérieures de protection foudre (IIPF)

Caractéristiques du parafoudre	Localisation
1 parafoudre Type 1 Tri + N - Iimp 12,5 kA	TGBT principal
1 parafoudre Type 2 Mono - Up 1,5 kV	Armoire alimentant la centrale d'alarme incendie
1 parafoudre Type 2 Mono - Up 1,5 kV	Armoire alimentant la centrale anti-intrusion
1 parafoudre Type 2 Mono - Up 1,5 kV	Armoire alimentant la détection fuite de gaz
1 parafoudre Type 2 Tri - Up 1,5 kV	Armoire alimentant les motopompes sprinkler
1 parafoudre Type 2 Tri - Up 1,5 kV	Armoire alimentant les motoventilateurs des extracteurs

### 2.3.3. Le risque sismique

Les articles R563-1 à R563-8 – Livre V - Chapitre III – section I du Code de l'Environnement définissent les règles de construction parasismique applicables aux bâtiments à « risque normal ».

La classe dite "à risque normal" comprend les bâtiments, équipements et installations pour lesquels les conséquences d'un séisme demeurent circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat.

L'article 563-3 range les bâtiments « à risque normal » en quatre catégories :

- Catégorie d'importance I : ceux dont la défaillance ne présente qu'un risque minime pour les personnes ou l'activité économique (hangars, bâtiments agricoles) ;
- Catégorie d'importance II : ceux dont la défaillance présente un risque moyen pour les personnes (maisons individuelles, bâtiments industriels accueillant moins de 300 personnes, ERP de catégorie 4 et 5, bureaux et bâtiments commerciaux, parkings) ;
- Catégorie d'importance III : ceux dont la défaillance présente un risque élevé pour les personnes et ceux présentant le même risque en raison de leur importance socioéconomique (grands établissements industriels, centres commerciaux, établissements scolaires, etc.) ;
- Catégorie d'importance IV : ceux dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité civile, pour la défense ou pour le maintien de l'ordre public (hôpitaux, centres de communications, bâtiments de la défense nationale, etc.).

Avec moins de 300 personnes présentes à un instant t dans le bâtiment, notre établissement est classé en **catégorie II.**

L'article R 563-4 définit les types de zones à risque et affecte chaque canton de chaque département dans une des cinq zones de sismicité croissante de zone 1 à zone 5.

Pour l'application des mesures de prévention du risque sismique aux bâtiments, équipements et installations de la classe dite "à risque normal", 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).

La département de la Somme est classé en **zone 1** (risque très faible).

Il n'y a pas de contrainte pour des établissements de catégorie II en zone de sismicité 1 – (arrêté du 22 octobre 2010 modifié).

### 2.3.4. Autres phénomènes naturels

Le tableau suivant résume, pour les autres phénomènes naturels pouvant affecter notre établissement, les événements redoutés et les mesures de prévention envisagées.

Événements naturels	Événements redoutés	Mesures de prévention
<b>Gel / Verglas</b>	Inefficacité du réseau incendie Accidents de circulation	Réseau incendie hors gel Salage ou sablage si nécessaire
<b>Neige</b>	Accident de circulation	Salage ou sablage si nécessaire
	Surcharge des structures	Structures calculées en conséquence selon les données météorologiques locales, respect du Document Technique Unifié (DTU)
<b>Vent</b>	Endommagement des structures	Respect des normes de construction (DTU)
<b>Grêle</b>	Difficulté de circulation, accidents	Arrêt momentané de circulation sur site.
<b>Canicule</b>	Absence d'événement redouté identifié vu les produits stockés	Ventilation naturelle Isolation du bâtiment (bardage double peau)

**Tableau 4 : dangers liés aux phénomènes naturels**

## 2.4. Accidentologie et retour d'expérience

### 2.4.1. Accidentologie

La base de données ARIA (Analyse Recherche et Information sur les Accidents) du BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et des Pollutions Industrielles) est exploitée par le Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer. Cette base recense depuis 1992 les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement.

Nous retiendrons pour cette étude les accidents mettant en jeu des produits et des procédés du même type que ceux mis en œuvre sur le site. Ainsi, nous avons analysé :

- des accidents relatifs aux entrepôts de matières combustibles ;
- des accidents relatifs au stockage de produits dangereux pour l'environnement aquatique ;
- des accidents relatifs au stockage de produits comburants ;
- des accidents relatifs au stockage d'aérosols ;
- des accidents relatifs au stockage de gaz inflammables liquéfiés (contenus dans les briquets et dans les allume-gaz) ;
- des accidents liés aux installations de combustion ;
- des accidents liés aux chargeurs de batteries.

↳ Voir Fiches détaillées en [ANNEXE 12.](#)

#### 2.4.1.1. Accidents impliquant des stockages de matières combustibles

La base ARIA permet d'analyser, entre 2000 et 2015, 151 incidents ou accidents ayant un lien avec l'activité d'entreposage et stockage (code H52.10 sur le site du BARPI) répartis ainsi :

- 135 concernant l'entreposage de marchandises à température ambiante,
- 15 concernant l'entreposage de marchandises sous température dirigée, ce qui n'est pas notre cas,
- 1 concernant un entrepôt pétrolier.

#### ⇒ Typologie des événements

La plupart des accidents répertoriés et relatifs aux entrepôts divers sont des incendies (121 cas sur 135). On note cependant :

- 9 cas de dispersion de produits dangereux, liquides ou gazeux :  
Généralement de faible ampleur, il s'agit de fuite de produits chimiques dus à des incidents de manipulation (chute de palettes) ou à des emballages défectueux ; nous notons aussi un cas de dispersion accidentelle d'un mélange gazeux azote/argon/CO<sub>2</sub> équipant un système d'extinction automatique et un cas de réaction chimique exothermique entre batteries sèches stockées dans un conteneur.
- 2 cas d'effondrement de structure dus à une surcharge de neige ;

- 2 cas d'inondation : un provoqué par la défectuosité d'un système sprinkler et un autre par la rupture d'une digue ;
- 1 cas de vol d'une source radioactive.

#### ⇒ Marchandises concernées

Parmi les 121 cas d'incendie, on ne connaît pas systématiquement la nature des marchandises concernées. Lorsque celle-ci est connue, on ne note pas de famille de produits plus sensibles que d'autres. Les marchandises concernées vont de matériaux de construction aux liquides inflammables en englobant des produits alimentaires ou des matières plastiques (matelas, jouets, etc.).

#### ⇒ Bâtiments concernés

On constate que, sur les bâtiments identifiés, les deux tiers sont des bâtiments de petites surfaces, généralement moins de 2 000 m<sup>2</sup>, parfois désignés comme « hangars » ou des stockages extérieurs. Il est donc fort probable que ces établissements ne soient pas des ICPE et ne soient pas soumis aux règles techniques imposées à ces dernières.

#### ⇒ Origine des incendies

L'origine des incendies est rarement précisée. Sur les 35 connus :

- 15 sont liés à des **actes malveillants**,
- 6 à des **défaillances électriques**,
- 6 à des **travaux par points chauds** (soudure, entretien de toiture),
- 7 à des feux de **véhicules** dont 6 garés à l'extérieur du bâtiment et 1 dû à un chariot de manutention,
- 1 à des feux dans une benne à **déchets**.

#### ⇒ Conséquences

Les conséquences de ces incendies sont détaillées dans plus de la moitié des cas.

##### Pertes matérielles

La plupart du temps, on note des dégâts matériels plus ou moins sévères allant de la destruction de quelques palettes jusqu'à la destruction totale du bâtiment.

Les conséquences économiques peuvent être importantes avec de nombreux cas de chômage technique.

##### Propagation aux tiers

Les atteintes à des bâtiments tiers sont relativement rares. Elles sont signalées dans une quinzaine de cas avec propagation au sein d'un même bâtiment dans le cas d'exploitants multiples, à des véhicules extérieurs, à l'habitation du gardien. On signale cinq cas de propagation à des bâtiments voisins (habitations, église).

### Atteintes aux personnes

Aucun accident mortel n'est recensé sur les cas étudiés. Certains ont entraîné des blessures légères et des intoxications par les gaz de combustion au sein des équipes d'intervention ou des personnels. Un seul cas présenté comme grave est dû à la chute d'un pompier au travers d'un toit. Aucune personne extérieure n'a été blessée suite aux différents sinistres.

### Pollutions

Les pollutions observées sont essentiellement la formation de panaches de fumées qui toutefois n'ont pas eu de conséquence pour le voisinage mais ont parfois entraîné la nécessité de bloquer le trafic sur les axes routiers ou ferroviaires proches.

La dispersion des eaux d'extinction a été notée dans huit cas avec pour quatre d'entre eux une rétention efficace sur site et pour quatre une pollution des eaux superficielles ou du milieu marin.

### **⇒ Conclusion**

L'accidentologie sur ces quinze dernières années relève très peu de cas de sinistres graves sur des bâtiments modernes, de grande taille, pouvant entrer dans le cadre des ICPE.

Les enseignements retirés de ce retour d'expérience sont :

- la nécessité de maintenance et d'entretien des installations (installations électriques, chariots),
- l'importance de surveillance des sites (nombreux cas de malveillance),
- la nécessité de compartimentage et d'isolement des bâtiments (murs coupe-feu, toiture),
- l'importance d'assurer l'alimentation en eau des moyens de secours et la rétention des eaux d'extinction sur les sites.

#### **2.4.1.2. Accidents impliquant des produits dangereux pour l'environnement aquatique**

La base ARIA répertorie en France, depuis la première année jusqu'à 2018, 7 accidents impliquant des produits dangereux pour l'environnement aquatique dans des installations de stockage.

### **⇒ Typologie des évènements**

Les accidents recensés sont :

- 1 déclenchement intempestif du système d'extinction à mousse ;
- 5 incendies dont 2 dans un entrepôt de stockage de déchets plastiques et 1 dans un silo céréalier ;
- 1 déversement accidentel d'acide.

Sur les 7 accidents, 4 correspondent à notre activité, dont 2 incendies.

### ⇒ Bâtiments concernés

Le déclenchement intempestif a eu lieu dans un entrepôt classé SEVESO seuil haut.

Un incendie a eu lieu dans un entrepôt classé à enregistrement et le second au sein d'un site SEVESO.

Le déversement accidentel d'acide a eu lieu dans un dépôt de produits chimiques, sans plus de précision sur son régime administratif.

Ces bâtiments étaient en majorité connues de l'administration.

### ⇒ Origine des accidents

L'origine de chacun de ces accidents est la suivante :

- Le déclenchement intempestif du système d'extinction automatique à mousse est dû à une **anomalie sur un équipement** ;
- Un incendie était un feu dans une **benne à déchets causée par une réaction chimique ou par une cigarette** et un incendie aurait été vraisemblablement provoqué **par une cigarette** ;
- Le déversement accidentel est dû à une **collision dans un rack**.

### ⇒ Conséquences

Les conséquences de ces accidents sont assez détaillées.

#### Pertes matérielles

Le déclenchement intempestif a induit la destruction d'une partie des produits stockés et la remise à niveau du système de protection. Le coût global s'est élevé à 1 million d'euros.

L'incendie dans l'entrepôt classé à enregistrement a causé des pertes estimées à 8 000 euros. L'incendie du conteneur à déchets n'a pas eu de conséquence matérielle.

Le déversement accidentel d'acide a eu pour conséquence la détérioration de la dalle béton sur 60 m², la mise au rebut du rack choqué et des travaux pour améliorer la ventilation du bâtiment. Le coût n'est pas estimé.

Les conséquences économiques peuvent donc être importantes (cf. 1<sup>er</sup> cas).

#### Propagation aux tiers

Aucun sinistre n'a eu de conséquence sur des tierces installations. Notons que l'exploitation agricole proche du 1<sup>er</sup> cas a été concernée, mais sans aucune perte.

#### Atteintes aux personnes

Aucun accident mortel n'est recensé sur les cas étudiés. Le cariste à l'origine du déversement accidentel d'acide a souffert de légères lésions pulmonaires.

### Pollutions

Sur les 4 accidents, seul celui de l'entrepôt classé à enregistrement a eu des conséquences sur le milieu naturel avec 100 m<sup>3</sup> d'eaux d'extinction déversées dans le milieu naturel à cause de l'absence de capacité de rétention.

#### ⇒ Conclusion

L'accidentologie relève peu de cas de sinistres graves sur des bâtiments modernes, de grande taille, entrant dans le cadre des ICPE.

Les enseignements retirés de ce retour d'expérience sont :

- la nécessité de maintenance et d'entretien des installations techniques,
- l'interdiction de fumer dans les zones à risque,
- la formation du personnel et notamment des caristes,
- la bonne gestion des déchets par le personnel pour éviter les réactions chimiques,
- la nécessité de disposer de capacité(s) de rétention adéquates.

#### **2.4.1.3. Accidents impliquant des stockages de substances comburantes**

La base ARIA répertorie en France, depuis la première année jusqu'à 2012, 1 seul accident impliquant des substances comburantes dans des installations de stockage.

#### ⇒ Typologie des évènements

L'accident est une émanation de vapeurs chlorées qui n'implique pas les matières comburantes qui étaient présentes.

#### ⇒ Installations concernées

L'installation était un entrepôt stockant des produits divers dont des substances comburantes et des produits chlorés.

#### ⇒ Origine de l'accident et conséquences

Une hydrolyse de produits chlorés se serait produite dans un fût contenant les balayures d'un atelier. Les pompiers ont établi un périmètre de sécurité. Aucun cas d'intoxication n'est recensé.

## ⇒ **Conclusion**

L'accidentologie relève 1 seul accident relatif au stockage de matières comburantes. Il s'agissait d'un accident bénin ne concernant pas les matières comburantes. Toutefois, étant donné le caractère amplificateur que provoqueraient les matières comburantes dans un incendie, les moyens de prévention et de protection à mettre en œuvre sont similaires à ceux déployés pour un stockage de matières combustibles et de substances inflammables. Nous rappelons que le stockage est faible au regard des capacités de stockage de l'installation et que les matières comburantes stockées sont exclusivement solides (galets chlorés destinés à l'entretien des piscines).

### **2.4.1.4. Accidents impliquant des aérosols inflammables**

Remarque préalable : le bâtiment n'ayant pas pour vocation le stockage de gaz inflammables au sens large, mais le stockage de gaz contenus dans des volumes réduits de type « générateurs d'aérosols » utilisées dans les produits de grande consommation, nous avons écarté de l'accidentologie les accidents se rapportant aux dépôts de gaz inflammables de type industriel, impliquant des unités de stockage importantes (plusieurs m<sup>3</sup>).

La base ARIA permet d'analyser, entre 1990 et 2010, 17 incidents ou accidents impliquant des aérosols.

## ⇒ **Typologie des évènements**

Les accidents répertoriés concernent des incendies accompagnés ou non d'explosions.

## ⇒ **Marchandises concernées**

On notera que les marchandises concernées ne sont pas exclusivement des aérosols, ceux-ci étant pris dans des accidents impliquant des gammes plus larges de marchandises (déchets, produits phytosanitaires, etc.).

## ⇒ **Origine des incendies**

L'origine des accidents n'est pas connue pour ces différents cas.

## ⇒ **Conséquences**

Les conséquences d'incendie d'aérosols, sont identiques aux incendies de produits banals. Il s'agit de la production de fumées ou d'eaux d'extinction polluées, d'atteintes aux personnes.

On notera cependant qu'un des effets secondaires de l'incendie dans le cas de présence d'aérosols est l'explosion des bouteilles entraînant soit des blessures pour les personnes proches (secours ou employés), soit favorisant l'extension de l'incendie.



### ⇒ **Conclusion**

Au vu de la quantité de produits vendus sous forme d'aérosols dans le commerce et utilisant des gaz inflammables propulseurs, on peut remarquer que l'accidentologie sur ces dix dernières années relève très peu de cas de sinistres graves impliquant ce type de marchandises.

Les enseignements tirés de ce retour d'expérience sont :

- la nécessité d'isoler ces produits des autres stockages afin de limiter le risque de propagation,
- la nécessité d'informer les secours de la présence de tels produits pour limiter les risques pendant l'intervention,
- l'importance de surveillance des sites (cas de malveillance),
- l'importance d'assurer la rétention des eaux polluées après sinistre.

#### **2.4.1.5. Accidents impliquant des gaz inflammables liquéfiés**

La base ARIA permet d'analyser jusqu'en 2018 4 incidents ou accidents impliquant des gaz inflammables liquéfiés dans le secteur de la manutention et de l'entreposage. Un accident concerne une explosion suivie d'un incendie lors du chargement d'un navire et n'est donc pas retenu pour la suite de l'analyse.

### ⇒ **Typologie des évènements**

Les 3 accidents répertoriés dans des bâtiments de stockage sont des incendies.

### ⇒ **Marchandises concernées**

On notera que ces 3 accidents montrent que les marchandises à l'origine de l'incendie ne sont pas des gaz inflammables liquéfiés mais que leur présence (cuve ou bouteille de GPL) aurait pu accroître la sévérité des accidents. Aucun accident ne relate la présence de briquets ou d'allume-gaz.

### ⇒ **Origine des incendies**

L'origine des accidents n'est pas connue pour ces différents cas.

### ⇒ **Conséquences**

Les conséquences d'incendie sont identiques aux incendies de produits banals. Il s'agit de la production de fumées ou d'eaux d'extinction polluées, d'atteintes aux personnes. Dans les 3 cas étudiés, aucune conséquence sur le milieu naturel n'est décrite. Par contre, dans 2 des 3 cas, il est observé des effets domino avec la propagation de l'incendie à des véhicules trop proches des bâtiments.

## ⇒ **Conclusion**

Au vu de la quantité de produits vendus notamment sous forme de briquets dans le commerce et contenant un gaz inflammable liquéfié, nous remarquons que l'accidentologie relève peu de cas de sinistres graves impliquant ce type de marchandises.

Les enseignements tirés de ce retour d'expérience sont :

- la nécessité d'isoler ces produits des autres stockages afin de limiter le risque de propagation et la sévérité du phénomène dangereux ;
- la nécessité d'informer les secours de la présence de tels produits pour limiter les risques pendant l'intervention ;
- l'importance de surveillance des sites (cas de malveillance).

### **2.4.1.6. Accidents impliquant des chaudières au gaz**

Le rapport publié par le BARPI « Chaufferies au gaz : retour d'expérience sur l'accidentologie » fait état de 121 accidents entre 1972 et 2007.

41 impliquent des installations utilisant du gaz naturel, 80 impliquent d'autres types d'installations mais peuvent apporter des enseignements sur la problématique générale des chaufferies. Parmi tous les accidents relevés, plus d'un quart concerne des installations industrielles de production et de distribution d'énergie.

Les explosions et les incendie sont les principaux phénomènes observés.

## ⇒ **Evènements initiateurs**

Les accidents sont dus principalement :

- à des pertes d'étanchéité,
- à des erreurs humaines,
- à des sectionnements de canalisations,
- à des dysfonctionnements au moment du redémarrage des équipements.

La remise en service et les travaux de maintenance concernent 31,5 % des accidents.

## ⇒ **Conséquences**

La destruction des installations et parfois des bâtiments connexes sont les principales conséquences entraînant des pertes d'exploitation et des mises au chômage technique.

Les atteintes aux personnes sont parfois graves (17 victimes sur 9 accidents) et concernent principalement les opérateurs et les services d'intervention.

## ⇒ Conclusion

L'accidentologie permet de mettre en évidence les points suivants :

- conception des installations, choix des matériels, qualité des matériaux et de l'assemblage,
- formation du personnel, respect des procédures et des consignes,
- maintenance des installations et suivi des modifications.

### **2.4.1.7. Accidents impliquant des accumulateurs et des locaux de charge**

L'accidentologie permet d'étudier une dizaine de cas d'accidents liés à des batteries sur ces dix dernières années.

Un seul cas correspond au dégagement de gaz toxique dû à la décomposition d'acide sulfurique n'ayant pas eu de conséquence. Les autres cas correspondent à des incendies sur les batteries en charge ou non.

Les conséquences sont la formation de fumées et la propagation possible de l'incendie au reste du bâtiment.

## 2.4.2. Retour d'expérience chez JJA

JJA a créé sa propre structure logistique, EASY LOGISTIQUE, pour gérer la distribution de ses produits. C'est notamment EASY LOGISTIQUE qui exploite depuis une dizaine d'années l'entrepôt d'Argoeuves. Durant cette période, aucun accident ou incident grave n'est survenu.

## 2.4.3. Conclusions

### **2.4.3.1. Phénomènes mis en évidence**

Le retour d'expérience confirme les risques identifiés au niveau de l'analyse des produits et procédés à savoir :

- Risque d'incendie dans les zones de stockage,
- Risque de déversement accidentel des produits liquides dangereux,
- Risque d'explosion de la chaufferie.

On notera que l'accidentologie ne fait pas mention de phénomène d'explosion d'hydrogène dans les locaux de charge. L'accidentologie permet d'étendre cette analyse en mettant en évidence les phénomènes secondaires suivants :

- dispersion de fumées liées à l'incendie,
- écoulement d'eaux d'extinction polluées après incendie.

#### 2.4.3.2. Moyens de prévention et de protection

##### **Stockages de matières combustibles, de produits dangereux pour l'environnement aquatique, de solides comburants, d'aérosols et de gaz inflammables liquéfiés**

- maintenance et entretien des installations (installations électriques, chariots),
- surveillance et gardiennage (nombreux cas de malveillance),
- compartimentage et isolement des bâtiments (murs coupe-feu, toiture),
- garantie d'alimentation en eau des moyens de secours, circulation aisée des engins de secours et aires réservées pour leur stationnement et pour la mise en station des moyens aériens,
- mise en place d'extinction automatique faisant office de détection incendie,
- mise en place de consignes de sécurité, permis de feu et interdiction de fumer,
- contrôle pendant et après travaux par points chauds,
- mise en rétention des stockages de produits liquides et mise en rétention générale de l'établissement.

##### **Installations de combustion**

- conception et choix des matériels,
- entretien, maintenance,
- détection de gaz asservissant des électrovannes,
- consignes de sécurité,
- formation du personnel,
- isolement et recoupement coupe-feu du local.

##### **Locaux de charge**

- entretien, maintenance,
- ventilation mécanique calibrée en fonction du nombre d'éléments maximal mis en charge simultanément et asservissant l'alimentation électrique du local,
- isolement des zones de charge et d'entretien des batteries.

## 2.5. Réduction des potentiels de dangers

Le projet développé est un outil de travail adapté aux besoins de la logistique moderne, conforme aux normes en vigueur et destiné à être pérenne. Le bâtiment est conçu pour s'adapter à la gamme de produits manufacturés vendus par JJA.

### 2.5.1. Mode de stockage et aménagement des cellules

Avec leur surface et leur hauteur, les cellules sont adaptées à un stockage sur racks permettant une utilisation optimale de l'espace en respectant des largeurs de circulation, de préparation de commande, d'isolement des marchandises par rapport aux systèmes de sécurité (tête de sprinklage, cantons de désenfumage, issues de secours, etc.).

L'exploitation en masse sera possible dans les cellules.

La structure du bâtiment et l'isolement des cellules par des murs REI 240 permettent un recoupement des installations et limitent les risques de propagation d'un incendie à tout l'établissement.

### 2.5.2. Matériels de sécurité

Les moyens de prévention et de protection nécessaires, conformes à la réglementation actuelle (extinction automatique, RIA, désenfumage, bornes incendie, etc.), seront disponibles dès le démarrage de l'activité.

### 2.5.3. Marchandises présentes

Ce bâtiment est conçu pour le stockage de nos produits manufacturés entrant dans les rubriques 1510, 1530, 1532 et 2663-2 de la nomenclature des ICPE. Ces produits ne présentent pas de dangers spécifiques en dehors de leur caractère combustible.

Les matières dites « dangereuses », à savoir les dangereux pour l'environnement aquatique, les solides comburants, les aérosols inflammables et les gaz inflammables liquéfiés contenus dans les briquets et les allume-gaz seront rangés dans deux sous-cellules adaptées. Ces sous-cellules seront en rétention totale au moyen de deux capacités déportées externes qui seront aptes à recueillir également les eaux d'extinction d'un incendie.

Les matières liquides dangereuses ne seront pas stockées à plus de 5 mètres de haut et la zone de stockage des aérosols sera délimitée par un grillage à mailles serrées pour éviter toute projection de débris métalliques incandescents.

## 3. Analyse préliminaire des risques

L'analyse préliminaire des risques (APR) est une méthode qui permet d'identifier et d'évaluer les risques, leurs causes, leurs effets et leurs conséquences. Elle se base sur une identification exhaustive des dangers présentés par l'installation. Ces dangers sont ensuite analysés à travers une matrice en termes de gravité (G) et de probabilité (P).

Ce classement permet d'identifier les scénarios « inacceptables » devant faire l'objet d'une étude détaillée.

### 3.1. Identification de la vulnérabilité des cibles

#### 3.1.1. Enjeux internes

##### **Personnels présents sur le site**

L'effectif sera de 200 personnes dont 160 travailleront en équipes. Une quarantaine de personnes sera affectée à un travail administratif. Les 160 postes purement logistiques seront organisés en deux équipes, l'amplitude horaire couverte allant de 05h00 du matin à 21h00 le soir.

##### **Installations sensibles**

Les principales installations sensibles du site sont la chaufferie (utilisation de gaz de ville) et le local sprinkler (stockage et utilisation de fioul domestique).

#### 3.1.2. Enjeux externes

Le voisinage immédiat du site se compose de :

- Au nord, le Bois Melan et une parcelle agricole,
- A l'est, la RD 1001 et des terres aujourd'hui agricoles mais qui font partie du périmètre de la ZAC des Hauts Plateaux,
- Au sud, les premières entreprises installées dans cette partie de la ZAC et des terres agricoles,
- A l'ouest, des terres agricoles.

La ligne électrique haute tension traversant notre terrain selon un axe sud-nord-ouest est également un enjeu dont il faut tenir compte.

Les enjeux externes sont donc la RD 1001, les entreprises sises au sud de notre projet et la ligne électrique à haute tension.

## 3.2. Evaluation de la gravité et de la probabilité

### 3.2.1. Cotation de la probabilité

La cotation de la probabilité des phénomènes étudiés peut se faire à partir de bases de données disponibles pour certaines installations et équipement. Ces bases donnent les fréquences d'occurrence d'évènements redoutés pour des installations techniques industrielles comme par exemple les installations pétrolières.

Il n'existe pas de telles bases statistiques pour les activités liées à la logistique. La cotation de la probabilité sera donc réalisée de manière qualitative en s'inspirant de l'échelle de probabilité proposée par l'arrêté du 29/09/2005.

Degré	Échelle qualitative
<b>A</b>	Évènement courant : se produit sur le site ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré d'éventuelles mesures correctives
<b>B</b>	Évènement probable : s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations
<b>C</b>	Évènement improbable : un événement similaire déjà rencontré dans le 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
<b>D</b>	Évènement très improbable : s'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité du scénario
<b>E</b>	Évènement possible mais extrêmement improbable : n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années d'installations

Tableau 5 : échelle qualitative de probabilité

### 3.2.2. Cotation de la gravité

La cotation de la gravité est faite en analysant le nombre de personnes exposées dans les zones impactées par les phénomènes étudiés. L'échelle de gravité choisie est celle proposée par l'arrêté du 29/09/2005.

Degré	Effets létaux significatifs	Premiers effets létaux (Z1)	Effets irréversibles (Z2)
<b>5 Désastreux</b>	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
<b>4 Catastrophique</b>	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
<b>3 Important</b>	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
<b>2 Sérieux</b>	aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
<b>1 Modéré</b>	Pas de létalité		Présence humaine < 1 personne

Tableau 6 : échelle de gravité

### 3.2.3. Grille de criticité

La hiérarchisation des phénomènes est effectuée en couplant les deux critères dans une grille de criticité. Les phénomènes se trouvant dans la partie supérieure droite du tableau (partie rose) devront faire l'objet d'une analyse détaillée, les autres (partie bleue) sont considérées comme acceptables et ne seront pas développées dans la suite de l'étude.

Probabilité	A Évènement courant					
	B Évènement probable					
	C Évènement improbable					
	D Évènement très improbable					
	E Évènement possible mais non rencontré au niveau mondial					
		1 Modéré	2 Sérieux	3 Important	4 Catastrophique	5 Désastreux
		Gravité				

Tableau 7 : grille de criticité

## 3.3. Synthèse de l'étude préliminaire des risques

Le tableau suivant dresse le bilan des phénomènes dangereux potentiels et en évalue la gravité et la probabilité.



N°	Opération	Installation/équipement	Evènement initiateur	Evènement redouté central	Evènement redouté secondaire	Phénomène dangereux	G		P	
<b>Logistique et stockage</b>										
1	Livraison/expédition	Camion	<b>Points chauds</b> - surchauffe (moteur, frein, batterie, pneu) - défaillance électrique - défaillance mécanique - choc (accident) - cigarette	Départ de feu	Propagation du feu à l'ensemble du camion	PhD1 Incendie d'un camion	1	Les zones de dangers faibles autour du camion seront cantonnées à l'intérieur du site.	B	Bien que rare, un départ de feu dans un camion n'est pas à écarter. Il peut se produire durant la durée de vie de l'établissement.
2	Manutention et stockage des palettes vides	Abris extérieurs	<b>Points chauds</b> - surchauffe (moteur, frein, batterie d'un chariot) - défaillance électrique - choc (accident) - malveillance - cigarette	Départ de feu	Propagation du feu à l'ensemble du stockage sous abri	PhD2 Incendie d'un abri de palettes	1	Bien que rayonnants, l'incendie d'un stockage de palettes vides aura des zones d'effets thermiques cantonnées à l'intérieur du site.	C	Bien que rare, un départ de feu dans un des deux abris de palettes n'est pas à écarter. Il peut se produire durant la durée de vie de l'établissement.
3	Déchargement et transport de palettes de marchandises  Passages à quai	Chariots électriques/transpalette	<b>Points chauds</b> - surchauffe (moteur, frein, batterie) - défaillance électrique - défaillance mécanique - choc (accident)	Départ de feu	Propagation du feu dans la cellule	PhD3 Incendie de cellule	3	Les zones de danger autour de ce type d'installation peuvent être de plusieurs dizaines de mètres.	B	Ce type de phénomène se retrouve dans l'accidentologie étudiée et peut toucher ce type d'installation.
4	Stockage/gerbage  Picking	Racks/paletiers	<b>Points chauds</b> - défaillance électrique - travaux par point chaud - malveillance - foudre - cigarette - défaillance de l'éclairage	Départ de feu	Propagation du feu dans la cellule	PhD3 Incendie de cellule	3	Les zones de danger autour de ce type d'installation peuvent être de plusieurs dizaines de mètres.	B	Ce type de phénomène se retrouve dans l'accidentologie étudiée et peut toucher ce type d'installation.
<b>Zone de charge</b>										
5	Charge	Batteries/chargeurs	<b>Point chaud</b> - défaillance électrique - défaillance mécanique - surchauffe batterie, chargeur - choc	Départ de feu	Propagation à l'ensemble du local de charge	PhD4 Incendie du local de charge	1	Effets contenus sur le site étant donné le potentiel calorifique limité du local (cf. remarque 1)	B	Ce type de phénomène se retrouve dans l'accidentologie étudiée et peut toucher ce type d'installation.
6	Charge	Batteries/chargeurs	- surchauffe des batteries	Décomposition de l'acide sulfurique contenu dans la batterie	Dégagement de gaz toxiques	PhD5 Emission de gaz toxiques	1	Effets contenus sur le site étant donné les faibles quantités présentes (cf. remarque 2)	B	Ce type de phénomène se retrouve dans l'accidentologie étudiée et peut toucher ce type d'installation.
7	Charge	Batteries/chargeurs	<b>Défaillance ventilation + Point chaud</b> - défaillance électrique - travaux par point chaud - choc - cigarettes - malveillance	Accumulation d'hydrogène	Formation d'une atmosphère explosive	PhD6 Explosion du local de charge	3	L'énergie de combustion de l'hydrogène est forte. Son explosion peut provoquer des zones de dangers importantes. Un des deux locaux sera situé à l'ouest, côté RD 216 et Parc d'Activités du Tubœuf Mongazon.	E	Il n'existe pas, dans la littérature et l'accidentologie consultée, d'accident de ce type malgré le nombre important de telles installations en France et à l'étranger.

N°	Opération	Installation/équipement	Evènement initiateur	Evènement redouté central	Evènement redouté secondaire	Phénomène dangereux	G		P	
<b>Chaufferie</b>										
8	Alimentation chaudière	Réseau de gaz interne	<b>Fuite de gaz</b> - - corrosion des canalisations - - défaillance joints/soudures - - surpression + <b>Point chaud</b> - défaillance électrique - travaux par point chaud - malveillance - choc - cigarette	Formation d'un nuage air + méthane dans les limites d'explosivité	Inflammation du mélange	PhD 7 Explosion de la chaufferie	3	L'énergie de combustion du méthane est forte. Son explosion peut provoquer des zones de dangers importantes et la chaufferie est située à l'ouest, côté RD 216 et Parc d'Activités du Tubœuf Mongazon.	B	Ce type de phénomène se retrouve dans l'accidentologie étudiée et peut toucher ce type d'installation.
9	Mise en route chaudière	Chaudière	<b>Fuite de gaz</b> - Corrosion matériel - Défaillance joints/soudures - - surpression - - défaillance brûleur + <b>Point chaud</b> - défaillance électrique - travaux par point chaud Malveillance Choc3C cigarette	Formation d'un nuage air + méthane dans les limites d'explosivité	Inflammation du mélange	PhD 7 Explosion de la chaufferie	3	L'énergie de combustion du méthane est forte. Son explosion peut provoquer des zones de dangers importantes et la chaufferie est située à l'ouest, côté RD 216 et Parc d'Activités du Tubœuf Mongazon.	B	Ce type de phénomène se retrouve dans l'accidentologie étudiée et peut toucher ce type d'installation.
10	Combustion	Chaudière	<b>Fuite de gaz</b> - Corrosion matériel - Défaillance joints/soudures - - surpression - - défaillance brûleur + <b>Point chaud</b> - défaillance électrique - travaux par point chaud Malveillance Choc cigarette	Formation d'un nuage air + méthane dans les limites d'explosivité	Inflammation du mélange	PhD 7 Explosion de la chaufferie	3	L'énergie de combustion du méthane est forte. Son explosion peut provoquer des zones de dangers importantes et la chaufferie est située à l'ouest, côté RD 216 et Parc d'Activités du Tubœuf Mongazon.	B	Ce type de phénomène se retrouve dans l'accidentologie étudiée et peut toucher ce type d'installation.

Tableau 8 : analyse préliminaire des risques

Les explications concernant les phénomènes dangereux non retenus sont détaillées ci-dessous :

➤ Remarque n°1 : PhD4 : Incendie des locaux de charge

Le pouvoir calorifique d'un local est représenté par les gaines des câbles d'alimentation et les parties combustibles des chariots (gaine, pneumatiques,...). Ainsi, la charge calorifique d'un local de charge est extrêmement faible.

Les locaux de charge du bâtiment seront isolés des cellules de stockage par des murs REI 120 et ils seront sprinklés. Un incendie au sein d'un local de charge n'aurait donc pas d'impact thermique en dehors du local.

➤ Remarque n°2 : PhD5 : Emission de gaz toxiques liée aux batteries

Certains types de batteries contiennent de l'acide sulfurique qui lors d'un dysfonctionnement peut être dégagé sous forme de vapeur.

Le seuil de toxicité de l'acide sulfurique est de 15 mg/m³ (SEI 30 min – NIOSH 2005). Or, le seuil olfactif est bien inférieur, de l'ordre de 1 mg/m³. C'est la raison pour laquelle dans l'accidentologie aucun cas de décès n'est constaté lors de l'émission de gaz par des batteries. Ainsi, en cas de dégagement gazeux, une odeur nauséabonde et irritante préviendra les personnes bien avant que ne soit atteint le seuil de danger pour la santé.

Conclusion de l'analyse préliminaire des risques :

L'APR a mis en évidence les phénomènes dangereux suivants :

- PhD 1 : Incendie d'un camion
- PhD 2 : Incendie d'un abri de palettes
- PhD 3 : Incendie d'une cellule de stockage
- PhD 4 : Incendie d'un local de charge
- PhD 5 : Dégagement de gaz toxique d'un local de charge
- PhD 6 : Explosion d'un local de charge
- PhD 7 : Explosion de la chaufferie

Ces phénomènes dangereux sont classés dans la grille de criticité :

Gravité	5 Déastreux					
	4 Catastrophique					
	3 Important	PhD 6			PhD 3, PhD 7	
	2 Sérieux					
	1 Modéré			PhD 2	PhD 1, PhD 4, PhD 5	
		E	D	C	B	A
		Probabilité				

Tableau 9 : classement des phénomènes dangereux (APR)

Cette analyse met en évidence deux phénomènes à étudier à travers l'analyse détaillée des risques :

- PhD 3 : incendie d'une cellule de stockage
- PhD 7 : explosion de gaz dans la chaufferie

## 4. Analyse détaillée des risques (ADR)

L'analyse détaillée des risques a pour but d'évaluer la gravité, la probabilité et la cinétique des phénomènes retenus comme inacceptables après l'analyse préliminaire.

Elle se développe à partir :

- De la modélisation de l'intensité des effets des phénomènes dangereux (PhD) retenus et de la présence éventuelle de cibles sensibles dans les zones de danger. Le cas échéant, des Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) seront définies ;
- De l'étude de la cinétique de chaque phénomène dangereux qui permettra d'évaluer l'adéquation entre les moyens d'intervention et la cinétique du phénomène étudié ;
- De l'évaluation de la probabilité de chaque phénomène dangereux à travers l'étude des MMR visant à éviter, voire limiter la probabilité d'un événement redouté.

### 4.1. Modélisation des effets : évaluation de la gravité

#### 4.1.1. Méthodologie

##### 4.1.1.1. Incendie

Comme le montre le retour d'expérience, l'incendie entraîne trois types d'effets.

##### a) Effets thermiques

##### Incendie de l'entrepôt :

L'évaluation des effets thermiques a été réalisée avec le logiciel Flumilog développé par l'INERIS, le CTICM, le CNPP, l'IRSN et EFECTIS, à l'exception de l'incendie de la sous-cellule stockant les aérosols. En effet, Flumilog n'est pas paramétré pour un tel calcul.

La méthodologie utilisée est décrite dans le rapport final de Flumilog en date de février 2010 disponible sur le site internet de l'INERIS. Cette méthode est celle recommandée pour les entrepôts soumis à l'arrêté ministériel du 11 avril 2017 comme l'est notre projet. D'autres méthodes sont acceptables mais doivent être logiquement justifiées ; pour la simplification de notre démarche et par cohérence avec les autres projets logistiques, nous avons utilisé le logiciel Flumilog. Le mode de stockage et la nature des marchandises attendues dans le bâtiment sont compatibles avec ledit logiciel actuellement mis à disposition par l'INERIS.

La méthodologie pour le calcul des flux thermiques émis par un stockage d'aérosols est jointe en ANNEXE 13.

## **b) Dispersion atmosphériques de gaz de combustion**

L'étude de la dispersion des gaz de combustion a été confiée au bureau d'étude ANTEA.

La modélisation de la dispersion des gaz et fumées de combustion se fait en deux étapes :

- Détermination de la hauteur du panache de dispersion. Cette méthode tient compte du pouvoir calorifique des produits et de la vitesse du vent.
- Modélisation de la dispersion du panache.

Le logiciel utilisé pour modéliser la dispersion atmosphérique lors d'un incendie est PHAST version 6.54 développé par Det Norske Veritas (DNV). Il s'agit d'un logiciel de type intégral. La complexité de ce type de logiciel est intermédiaire entre des calculs de dispersion de type gaussien et des logiciels tridimensionnels procédant par volumes ou éléments finis.

La méthodologie est détaillée dans le rapport ANTEA joint en **ANNEXE 14**.

## **c) Dispersion d'eaux d'extinction polluées**

Les besoins en eaux incendie pour l'intervention des secours ainsi que le dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction ont été calculés par la méthode donnée dans les instructions techniques D9 et D9A développées par le CNPP, la FFSA et l'INESC. Comme pour les effets thermiques, d'autres méthodes de calcul peuvent être utilisées d'après l'arrêté ministériel du 11 avril 2017, mais pour les mêmes raisons nous continuons à utiliser les règles D9 et D9A.

### **4.1.1.2. Explosion**

Il existe plusieurs méthodes de modélisation des effets de surpression en cas d'explosion.

Les trois principales sont :

- l'instruction technique du 9 novembre 1989,
- le modèle équivalent TNT,
- le modèle multi-énergie.

Les deux premières méthodes sont adaptées aux cas d'explosions de gaz confinés dans un récipient étanche en particulier aux explosions de cuves et autres contenants.

La méthode multi-énergie s'applique aux cas d'explosions de gaz confinés ou non. Cette méthode a donc été retenue pour évaluer les conséquences d'une explosion dans la chaufferie. Elle permet de faire intervenir un degré de confinement et d'encombrement dans la modélisation.

La méthodologie utilisée est détaillée en **ANNEXE 15**.

### 4.1.2. Seuils d'effets retenus

Les valeurs seuils d'effets retenues sont celles de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des ICPE soumises à autorisation.

#### **Effets thermiques**

##### Seuils d'effets sur les structures :

- 5 kW/m<sup>2</sup>, seuil des destructions significatives de vitres ;
- 8 kW/m<sup>2</sup>, seuil des effets domino et correspondant au seuil des effets graves sur les structures ;
- 16 kW /m<sup>2</sup>, seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton ;
- 20 kW/m<sup>2</sup>, seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton ;
- 200 kW/m<sup>2</sup>, ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

##### Seuils d'effets sur l'homme :

- 3 kW/m<sup>2</sup> ou Z2, seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine ;
- 5 kW/m<sup>2</sup> ou Z1, seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine ;
- 8 kW /m<sup>2</sup>, seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

**Le logiciel Flumilog retient les distances d'effets thermiques de 3, 5, 8, 16 et 20 kW/m<sup>2</sup>.**

#### **Effets de surpression**

##### Seuils d'effets sur les structures :

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

##### Seuils d'effets sur l'homme :

- 20 hPa ou mbar, seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des effets indirects par bris de vitres sur l'homme ;
- 50 hPa ou mbar, (Z2) seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine ;
- 140 hPa ou mbar, (Z1) seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine ;
- 200 hPa ou mbar, seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

**Nous calculerons donc les distances d'effet de surpression de 20, 50, 140 et 200 mbar.**

## Effets toxiques par inhalation

Pour les ICPE, les seuils d'effets de référence pour la délimitation des zones de dangers pour la vie humaine, sont les suivants :

- les seuils des effets irréversibles (SEI) pour la zone des dangers significatifs pour la vie humaine (Z2) ;
- les seuils des premiers effets létaux (SEL) correspondant à une concentration létale 1% pour la zone des dangers graves pour la vie humaine (Z1) ;
- les seuils des effets létaux significatifs (SELS) correspondant à une concentration létale 5% pour la zone des dangers très graves pour la vie humaine ;
- les seuils des effets réversibles (SER).

Les valeurs de référence sont les données disponibles publiées par l'INERIS quand elles existent. En l'absence de données nationales, nous nous reporterons à des valeurs équivalentes relevées dans la littérature internationale, comme par exemple le NIOSH (organisme de référence américain).

## 4.2. Evaluation de l'intensité des effets

Les phénomènes dangereux développés sont :

**PhD 3** : incendie dans une cellule de stockage, avec les trois effets suivants :

- **Effets 3-1** : effets thermiques
- **Effets 3-2** : dispersion de fumées, effets toxiques
- **Effets 3-3** : déversement des eaux d'extinction d'incendie.

**PhD7** : explosion de la chaufferie entraînant un effet de surpression

La modélisation de chaque effet est présentée sous forme d'une fiche qui définit le scénario retenu, les hypothèses de calcul et les résultats de la modélisation sous forme de tableaux ou graphiques. Des mesures compensatoires peuvent être proposées afin de réduire les zones de dangers. Elles sont alors détaillées dans la fiche et de nouvelles zones de dangers sont ensuite calculées.

Les zones de danger sont reportées sur les supports graphiques (cartes ou plans) adéquats.

Si les résultats des modélisations montrent qu'un effet domino est possible à partir d'un scénario initial, un nouveau scénario est envisagé.

### PhD 3 : incendie d'une cellule de stockage Effet 3-1 – Effets thermiques

*NB : pour plus de détail, le lecteur se reportera aux résultats donnés par Flumilog en **ANNEXE 16**.*

#### 1 – Description du scénario majorant, hypothèses de calculs

##### 1. Caractéristiques du bâtiment

Le bâtiment se compose de 10 cellules qui n'ont pas toutes les mêmes caractéristiques. Les cellules 1 à 5 et la cellule 7 présentent les mêmes dimensions géométriques ; les cellules 6 et 8 sont tronquées dans un angle et les cellules 6.1 et 8.1 ont les mêmes dimensions géométriques.

*Cellules 1 à 5 et cellule 7:*

- Longueur : 114,5 m
- Largeur : 103,4 m
- Hauteur maximum sous bac : 13,7 m
- Structure principale R60
- Parois séparatives REI 240
- Façades extérieures en bardage métallique double-peau de base, à l'exception des parois nord-est des cellules 1 et 2 qui auront une paroi REI 120 toute hauteur et toute longueur pour diminuer les distances d'effets thermiques et pour anticiper l'extension de l'entrepôt dans cette direction. La cellule 7 aura sa paroi sud-ouest REI 120 pour isoler la cellule du bloc bureaux/locaux sociaux, du local de charge et de son atelier de maintenance.
- Toiture en bac métallique multicouches BROOF T3, 2% minimum de désenfumage
- 12 portes de quai en façade nord-ouest pour les cellules 1, 3, 5 et 7 et en façade sud-est pour les cellules 2 et 4
- Particularités :
  - La cellule 3 est mitoyenne sur sa façade nord-ouest de la chaufferie et du local sprinkler ; comme Flumilog ne permet pas dans la fonction « parois multicomposantes » de créer trois séquences différentes, nous avons volontairement omis le mur REI 120 en partie basse de la chaufferie pour ne retenir que celui du local sprinkler dans l'angle ouest de la cellule 3. Les distances d'effets thermiques observées sont en conséquence conservatoires ;
  - La cellule 5 est mitoyenne sur sa façade nord-ouest du local électrique TGBT et une cuve sprinkler est située à proximité immédiate ; comme Flumilog ne permet pas dans la fonction « parois multicomposantes » de créer trois séquences différentes, nous avons volontairement omis le mur REI 120 en partie basse du local TGBT pour ne retenir que celui toute hauteur sur 18 mètres de long dans l'angle nord de la cellule 5. Les distances d'effets thermiques observées sont en conséquence conservatoires.



*Cellules 6 et 8 :*

- Longueur maximum : 114,5 m
- Largeur maximum : 103,4 m
- Hauteur maximum sous bac : 13,7 m
- Structure principale R60
- Parois séparatives REI 240 excepté avec les cellules 6.1 et 8.1 où les parois séparatives ont un degré REI 120
- Troncature :
  - Dans l'angle sud pour la cellule 6.1, de longueur 30 mètres sur une largeur de 28,70 mètres ;
  - Dans l'angle est pour la cellule 8.1, de longueur 30 mètres sur une largeur de 28,70 mètres.
- Façades extérieures en bardage métallique double-peau de base, à l'exception de la paroi sud-ouest de la cellule 8 qui aura une paroi REI 120 toute hauteur et toute longueur pour isoler la cellule du bloc bureaux/locaux sociaux, du local de charge et de son atelier de maintenance.
- Toiture en bac métallique multicouches BROOF T3, 2% minimum de désenfumage
- 10 portes de quai en façade sud-est

*Cellules 6.1 et 8.1 :*

- Longueur : 30 m
- Largeur : 28,7 m
- Hauteur maximum sous bac : 13,7 m
- Structure principale R60
- Parois séparatives REI 120 excepté la paroi séparative séparant les cellules 6.1 et 8.1 entre elles qui sera REI 240
- Façades extérieures en bardage métallique double-peau
- Toiture en bac métallique multicouches BROOF T3, 2% minimum de désenfumage
- 1 porte de quai et 1 porte sectionnale en façade sud-est. Comme Flumilog ne permet pas de saisir des formats de porte différents, nous avons saisi les dimensions géométriques des portes de quai.

2. Caractéristiques du stockage

- Stockage sur racks (sol + 4)
- Hauteur maximum de stockage : 12 mètres
- 17 doubles racks + 2 simples racks dans les cellules 1 à 5 et dans la cellule 7
- 17 doubles racks + 2 simples racks dans les cellules 6 et 8 dont certains seront plus courts du fait de la présence des cellules 6.1 et 8.1
- 4 doubles racks et 2 simples racks dans les cellules 6.1 et 8.1
- zone de préparation de 18 mètres face aux quais (NB : dans son calcul, Flumilog considère dans cette zone de transit des palettes au sol sur une hauteur maximale de 2 palettes) dans toutes les cellules à l'exception des cellules 6.1 et 8.1 qui n'auront pas de zone de préparation

### 3. Caractéristique des palettes

L'ensemble du stockage a été assimilé à un stockage type « 1510 » (marchandises combustibles diverses) ou « 2662 » (matières plastiques) dont les compositions sont directement définies par Flumilog.

La nature des produits concernés par les rubriques « 2662 » et « 2663 » est identique ; aussi, les distances d'effets thermiques pour la rubrique « 2663 » sont obtenues avec la palette rubrique « 2662 ». (cf. chapitre 4.3 « la palette rubrique » du rapport DRA-09-90977-14553A version 2 du 04/08/2011, FLUMILOG Partie A).

De même, les distances d'effets thermiques pour les marchandises relevant du classement « 1530 » (papiers et cartons) ou « 1532 » (bois) sont obtenues avec la palette rubrique « 1510 ».

Les distances d'effets thermiques en cas d'incendie sont plus importantes pour les rubriques « 2662 » et « 2663 » que pour les rubriques « 1510 », « 1530 » ou « 1532 ». (cf. tableaux de résultats dans les pages suivantes). A contrario, les durées d'incendie sont plus élevées avec une palette 1510 qu'avec une palette 2662. **Ainsi, les calculs effectués avec la palette type 1510 sont dimensionnants pour statuer sur la probabilité de propagation de l'incendie entre cellules tandis que les calculs effectués avec la palette type 2662 délivrent les distances d'effets thermiques maximales.**

Extrait du guide méthodologique Flumilog : « *Concernant les palettes rubrique, les valeurs retenues pour la puissance et la durée de combustion palette ont été déterminées en retenant une composition minimale en combustibles ou incombustibles de manière à être représentatif de la rubrique considérée. Cette composition minimale représente une centaine de kilogrammes et elle est complétée de façon aléatoire avec les produits restants dans certaines limites qui dépendent de la rubrique concernée. Pour chacune des rubriques, ce sont plusieurs milliers de compositions qui ont été testées afin de rechercher la courbe enveloppe de puissance.* »

Les dimensions d'une palette type de JJA sont : 1,2 x 0,8 x 1,8 m (pour les calculs, Flumilog détermine automatiquement la hauteur de la palette en fonction de la hauteur de stockage et du nombre de niveaux de stockage).

#### Cas de la cellule 6.1

La cellule 6.1 servira de stockage aux marchandises inflammables (aérosols, briquets et allume-gaz à flamme). La quantité maximale stockée sera de 19 tonnes, soit 32 palettes. La cellule 6.1 permet de stocker 1 190 palettes, les emplacements supérieurs pouvant être occupés par des palettes de type 1510, 1530, 1532 ou 2663. Les marchandises inflammables représenteraient donc au maximum 2,7% du stockage. Leur proportion sera donc très faible, mais nous présentons ci-après un calcul de flux thermiques basé sur un feu d'aérosols inflammables stockés jusqu'à 5 mètres de hauteur (cf. méthodologie et feuilles de résultat en **ANNEXE 13**). Ce calcul tient compte d'une hauteur de flamme plafonnée à trois fois la hauteur du stockage des aérosols, soit 15 mètres de hauteur, et d'une émittance de 100 kW/m<sup>2</sup> à la surface de la flamme. Les résultats sont supérieurs à ceux obtenus pour un feu de combustibles solides et sont donc conservatoires.

### Cas de la cellule 8.1

La cellule 8.1 servira de stockage aux produits dangereux pour l'environnement aquatique et aux solides comburants (qui sont également des produits dangereux pour l'environnement aquatique). Ces produits, qui sont en majorité des galets de chlore, sont emballés dans des récipients en plastique qui sont eux-mêmes regroupés dans des cartons. Le tout est disposé sur une palette en bois. Ces palettes sont donc un mixte entre une palette 1510 et une palette 2663, et les autres emplacements disponibles seront occupés par diverses palettes. En conséquence, nous avons effectué le calcul de flux thermiques en utilisant Flumilog.

#### 4. Hauteur de la cible

La cible a une hauteur de **1,8 m** (hauteur d'homme).

Nous avons donc retenu une hauteur d'1,8 mètre pour tous les calculs car les terrains situés juste après notre clôture grillagée seront globalement au même niveau que le dallage de notre installation.

## **2 – Résultats de la modélisation**

Les distances annoncées sont les distances maximales atteintes, généralement au milieu de la paroi pour les façades pleines et homogènes et au niveau des portes de quais pour les façades de quais.

		Flux rayonné*					Durée de l'incendie
		20 kW/m²	16 kW/m²	8 kW/m²	5 kW/m²	3 kW/m²	
Palette 1510							
Cellule 1	Façade nord-est	na	na	na	25 m	45 m	140 minutes
	Façade nord-ouest (quais)	na	na	5 m	5 m	10 m	
Cellule 2	Façade nord-est	na	na	na	25 m	45 m	140 minutes
	Façade sud-est (quais)	na	na	5 m	5 m	10 m	
Cellule 3	Façade nord-ouest (quais)	na	na	5 m	5 m	10 m	140 minutes
Cellule 4	Façade sud-est (quais)	na	na	5 m	5 m	10 m	140 minutes
Cellule 5	Façade nord-ouest (quais)	na	na	5 m	5 m	10 m	140 minutes
Cellule 6	Façade sud-est (quais)	na	na	5 m	10 m	10 m	140 minutes
Cellule 7	Façade sud-ouest	na	na	na	25 m	45 m	140 minutes
	Façade nord-ouest (quais)	na	na	5 m	5 m	10 m	
Cellule 8	Façade sud-ouest	na	na	na	25 m	45 m	140 minutes
	Façade sud-est (quais)	na	na	5 m	10 m	10 m	
Cellule 8.1	Façade sud-est (quais)	5 m	5 m	15 m	23 m	36 m	122 minutes

na : non atteint

\*: dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé, dans la méthode Flumilog, pour de faibles distances d'effet comprises entre 1 et 5 mètres de retenir une distance d'effets de 5 mètres et pour celles comprises entre 5 et 10 mètres de retenir 10 mètres.

Palette 2662							
Cellule 1	Façade nord-est	na	na	na	37 m	57 m	106
	Façade nord-ouest (quais)	na	na	5 m	10 m	10 m	minutes
Cellule 2	Façade nord-est	na	na	na	37 m	57 m	106
	Façade sud-est (quais)	na	na	5 m	10 m	10 m	minutes
Cellule 3	Façade nord-ouest (quais)	na	na	5 m	10 m	10 m	106 minutes
Cellule 4	Façade sud-est (quais)	na	na	5 m	10 m	10 m	106 minutes
Cellule 5	Façade nord-ouest (quais)	na	na	5 m	10 m	10 m	106 minutes
Cellule 6	Façade sud-est (quais)	na	na	5 m	10 m	20 m	106 minutes
Cellule 7	Façade sud-ouest	na	na	na	37 m	57 m	106
	Façade nord-ouest (quais)	na	na	5 m	10 m	10 m	minutes
Cellule 8	Façade sud-ouest	na	na	na	37 m	57 m	106
	Façade sud-est (quais)	na	na	5 m	10 m	20 m	minutes
Cellule 8.1	Façade sud-est (quais)	10 m	11 m	23 m	34 m	45 m	87 minutes

na : non atteint

\*: dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé, dans la méthode Flumilog, pour de faibles distances d'effet comprises entre 1 et 5 mètres de retenir une distance d'effets de 5 mètres et pour celles comprises entre 5 et 10 mètres de retenir 10 mètres.

		Flux rayonné					Durée de l'incendie*
		20 kW/m²	16 kW/m²	8 kW/m²	5 kW/m²	3 kW/m²	
Aérosols							
Cellule 6.1	Façade sud-est (quais)	18,7 m	22,1 m	34,1 m	44,3 m	58,1 m	137 minutes

\* : Pour les cellules aérosols, la durée de l'incendie se calcule de la manière suivante :

Vitesse de combustion : 100 g/m<sup>2</sup>.s

Quantité de matière combustible présente au sein de la cellule 6.1 : 714 t (ce tonnage correspond aux 1 190 palettes potentiellement stockables, ce qui est conservatoire car les aérosols ne représenteront qu'une faible partie des marchandises)

Surface en feu : 864 m<sup>2</sup>

$$D = \frac{714 \times 1000 \times 1000}{100 \times 864 \times 60} = 137 \text{ min}$$

### 3 – Zones de danger

Les distances d'effets thermiques maximales, i.e. pour un incendie de matières plastiques dans toutes les cellules à l'exception de la cellule 6.1 stockant des aérosols, sont reportées sur le document suivant « incendie 1 cellule sans MMR ».

Nota : les flux thermiques en face de la cellule 6.1 sont représentés par un trait pointillé respectant le code couleur indiqué ci-après.

La légende des flux thermiques est la suivante :



On constate que seul le flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> dépasse de la limite de propriété au nord-est en cas d'incendie dans la cellule 2. Cette situation est acceptable car le flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> ne doit pas atteindre d'immeuble de grande hauteur, d'ERP, de voies ferrées ouvertes au trafic de voyageurs, de voies d'eau et de voies routières à grande circulation. Or, le terrain atteint est une terre cultivée.

Par ailleurs, les flux thermiques en cas d'incendie de la cellule 6.1 ne dépassent pas des limites de propriété mais les flux de 5 et de 3 kW/m<sup>2</sup> dépassent la cour camions et atteignent la zone où seront implantés les bassins de rétention associés aux cellules 6.1 et 8.1. Ils peuvent donc être de nature à gêner la bonne intervention du service de secours dans cette zone. En conséquence, un écran thermique REI 120 sera érigé en façade à la place d'une façade en bardage métallique double peau. Les flux thermiques sont alors les suivants :

		Flux rayonné					Durée de l'incendie
		20 kW/m²	16 kW/m²	8 kW/m²	5 kW/m²	3 kW/m²	
Aérosols avec façade REI 120							
Cellule 6.1	Façade sud-est (quais)	na	na	na	na	na	137 minutes

Un second document intitulé « incendie 1 cellule avec MMR » est joint à la suite.

#### 4 - Effets DOMINO

Conformément à l'arrêté ministériel du 29/09/2005, nous prendrons pour référence un flux de 8 kW/m<sup>2</sup> comme pouvant être à l'origine de la propagation d'un incendie pour une exposition de longue durée.

##### Propagation aux tiers

Quelle que soit le scénario considéré, le flux de 8 kW/m<sup>2</sup> n'atteint pas les terrains voisins. Il n'y a donc pas de risque d'effet domino depuis notre site vers un site voisin quelle que soit l'implantation future des installations voisines.

##### Propagation à d'autres installations du site

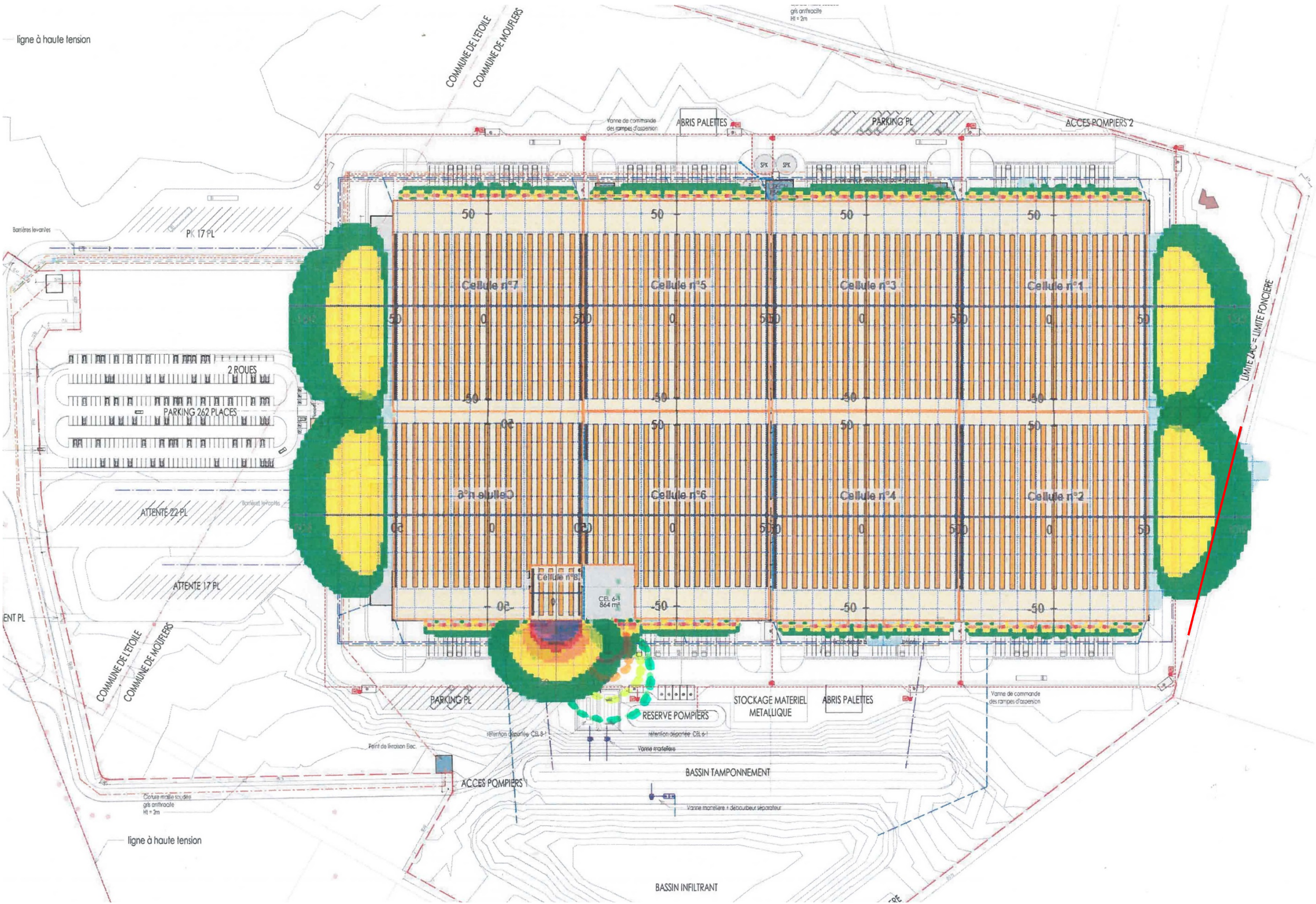
Quelle que soit le scénario considéré, le flux de 8 kW/m<sup>2</sup> n'atteint pas les locaux techniques ou les blocs bureaux, ceux-ci étant protégés par des murs REI 120. Il n'atteint pas non plus les stockages extérieurs de palettes.

Le bassin de rétention étanche déporté destiné à contenir un déversement accidentel issu de la cellule 6.1 (substances inflammables) n'est pas touché par le flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup>.

Il n'y a donc pas de risque d'effet domino depuis les cellules de stockage vers d'autres installations du site.

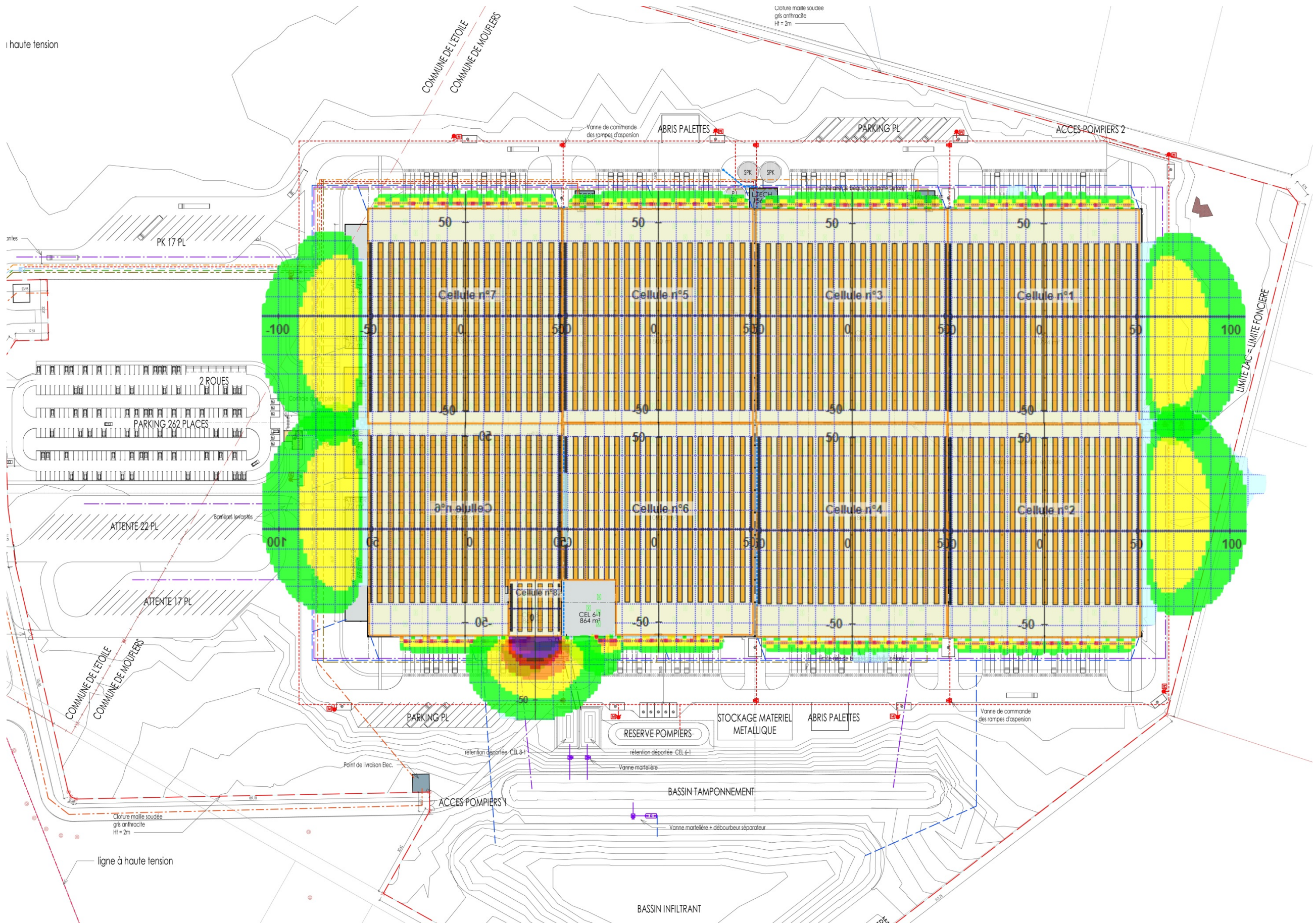


**Cartographie des flux thermiques – marchandises 2663 sans Mesure de Maîtrise des Risques**





**Cartographie des flux thermiques – marchandises 2663 avec Mesure de Maîtrise des Risques**





### **Cas des aérosols**

Le gaz inflammable contenu dans les bouteilles aérosols sous pression va entraîner l'explosion des petits contenants et provoquer la dispersion des fragments dans toute la cellule 6.1. Cela accélère la vitesse de combustion du stock mais pas son intensité. Ce phénomène sera limité par la mise en place de grillages à petites mailles au niveau des emplacements réservés aux aérosols afin de limiter la dispersion des contenants.

La surpression créée dans les bouteilles entraînera la création de petites boules de feu au niveau de chaque contenant. Ce phénomène va s'amplifier quand l'incendie atteindra son développement maximum. Ce phénomène de boule de feu est pris en compte par la méthodologie utilisée, issue d'expériences effectuées par l'INERIS. En effet, la prise en compte d'une hauteur de flamme supérieure de 10 mètres à la hauteur de stockage des aérosols correspond à la boule de feu créée par l'explosion du gaz contenu dans les bouteilles aérosols.

### **Propagation aux cellules voisines**

Un incendie peut se propager à partir d'une cellule vers la ou les voisines en cas de durée d'incendie supérieure au degré des parois séparatives entre cellules. Les cellules de stockage seront séparées généralement par des murs REI 240, exception faite des parois REI 120 entre les cellules 6 et 6.1 et entre les cellules 8 et 8.1. Le logiciel Flumilog indique que la durée de l'incendie (indiqué dans les tableaux de résultats ci-avant) varie :

- de 122 à 140 minutes en cas de stockage 1510
- de 87 à 106 minutes en cas de stockage 2663

La durée d'incendie dans la cellule 6.1 en assimilant tout le stockage à des bouteilles aérosols est de 137 minutes.

En conséquence, il ne peut pas y avoir propagation de l'incendie entre deux cellules séparées par une paroi REI 240 quelle que soit la typologie du stockage, les durées d'incendie étant trop inférieures au degré de résistance des murs séparatifs.

Il ne peut pas y avoir non plus propagation d'incendie à partir d'une cellule stockant des matières plastiques 2663, la durée d'incendie étant inférieure à 120 minutes.

Par contre, il peut y avoir une propagation incendie en cas de stockage 1510 dans une des quatre cellules comportant des parois REI 120 et dans le cas du stockage des aérosols. Ce phénomène dangereux est étudié ci-après.



### PhD 3b : incendie de deux cellules de stockage Effet 3b.1 – Effets thermiques

*NB : pour plus de détail, le lecteur se reportera aux résultats complets donnés par Flumilog en **ANNEXE 17**.*

#### 1 – Description du scénario majorant, hypothèses de calculs

**Les hypothèses de calcul sont identiques à celles retenues précédemment.**

Le logiciel Flumilog intègre ces mêmes données et modélise les effets sur deux cellules en tenant compte de la cinétique de l'incendie et de la tenue au feu des murs séparatifs et écrans thermiques REI 120.

Les scénarii ont été décrits en page précédente ; la cellule initiant l'incendie stocke des marchandises 1510 (ou des aérosols dans le cadre de la cellule 6.1) et la ou les cellules subissant l'agression thermique stockent des marchandises 2663 (ou des aérosols dans le cadre de la cellule 6.1) afin d'obtenir des distances d'effets thermiques conservatoires, les stockages 2663 étant plus émissifs que les stockages 1510.

#### Rappel :

Lorsqu'un incendie se déclare dans une cellule, il se développe jusqu'à atteindre son intensité maximale, appelée flash-over, 30 à 40 minutes après le départ de feu. Après avoir atteint cette phase et s'être stabilisé, le feu entre dans sa phase de déclin. Il va progressivement baisser en intensité puis entrer en combustion lente jusqu'à épuisement du combustible.

La durée de combustion sur une cellule complète 1510, sans intervention du personnel, des secours et en supposant que le sprinklage n'a pas rempli son rôle, est supérieur à 2 heures. Dans ce cas, les murs séparatifs REI 120 sont considérés comme ne faisant plus obstacle à la propagation de l'incendie, et l'incendie se propage ainsi de la cellule initiale vers la cellule adjacente.

Dans la cellule initiale, l'épuisement du combustible et les écroulements divers (racks, toitures...) vont conduire à une diminution de la puissance de l'incendie, par manque d'oxygène, lorsque celui-ci commencera à se propager à la cellule adjacente.

Il ne peut donc y avoir qu'une seule cellule à la fois en feu à son maximum d'intensité (on rappelle que le flash over, phase où l'incendie est à son maximum de puissance ne dure que 10 à 20 minutes environ).

Les scénarii de propagation possibles sont :

- de la cellule 6 vers la cellule 6.1 (aérosols)
- de la cellule 6.1 (aérosols) vers la cellule 6
- de la cellule 8 vers la cellule 8.1
- de la cellule 8.1 vers la cellule 8

## 2 – Résultats de la modélisation

Nous avons utilisé la fonction multi-cellules proposée par Flumilog dans le cadre des scénarii « cellule 8 vers cellule 8.1 » et « cellule 8.1 vers cellule 8 ». Par contre, la méthode de calcul des flux thermiques étant différente pour les aérosols, nous n'avons pas pu réaliser une modélisation mathématique pour les scénarii « cellule 6 vers cellule 6.1 » et « cellule 6.1 vers cellule 6 ».

### Scénarii impliquant les cellules 8 et 8.1

Nous indiquons dans le tableau suivant les distances maximales observées qui le sont généralement au milieu des façades des cellules.

		Flux rayonné				
		20 kW/m <sup>2</sup>	16 kW/m <sup>2</sup>	8 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>
Incendie généralisé cellule 8 (1510) vers cellule 8.1 (2663)	Façade sud-est (quais)	10 m	11 m	23 m	33 m	46 m
	Façade sud-ouest	na	na	na	25 m	44 m
Incendie généralisé cellule 8.1 (1510) vers cellule 8 (2663)	Façade sud-est (quais)	5 m	5 m	15 m	23 m	35 m
	Façade sud-ouest	na	na	26 m	37 m	60 m

### Scénarii impliquant les cellules 6 et 6.1

L'incendie se propageant de la cellule 6 à la cellule 6.1 aura lieu au plus tôt au bout de 120 minutes. L'incendie de la cellule 6 stockant des marchandises 1510 durant 160 minutes, il ne restera plus que 40 minutes de combustion (160 – 120 minutes) ; l'incendie de la cellule 6 sera donc en phase décroissante lorsque l'incendie de la cellule 6.1 débutera. Par ailleurs, ces deux incendies n'ont des effets que sur la façade sud-est. La profondeur de la zone de préparation (18 mètres) de la cellule 6 fait que ses effets thermiques sont modérés sur cette façade. La chronologie du scénario et les effets thermiques observés lors de l'incendie d'une seule cellule aboutissent à la conclusion que les distances d'effets thermiques n'augmentent pas sur la façade sud-est lors de la propagation de l'incendie de la cellule 6 à la cellule 6.1.

Le raisonnement lors de la propagation de l'incendie depuis la cellule 6.1 vers la cellule 6 est conclu de la même manière, la durée de l'incendie dans la cellule 6.1 n'étant plus que de 17 minutes lorsque la propagation aura lieu (137 – 120 minutes).

		Flux rayonné				
		20 kW/m <sup>2</sup>	16 kW/m <sup>2</sup>	8 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>
Incendie généralisé cellule 6 (1510) vers cellule 6.1 (aérosols)	Façade sud-est (quais)	na	na	5 m	5 m	10 m
Incendie généralisé cellule 6.1 (aérosols) vers cellule 6 (2663)	Façade sud-est (quais)	na	na	5 m	10 m	20 m

### 3 – Zones de danger

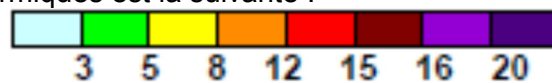
Aucun flux thermique ne déborde des limites de propriété et les effets sont atténués durant 120 minutes :

- par le mur séparatif REI 120 au sud-ouest entre la cellule 8 et le local de charge/bloc bureaux locaux sociaux
- par l'écran thermique REI 120 au sud-est en cas d'incendie de la cellule 6.1.

Les zones de dangers sont reportées sur les documents suivants :

- incendie généralisé de 6 vers 6.1 et de 8 vers 8.1
- incendie généralisé de 6.1 vers 6 et de 8.1 vers 8

La légende des flux thermiques est la suivante :



### 4– Effets DOMINO

#### Propagation aux tiers

Quelle que soit le scénario d'incendie généralisé, le flux de 8 kW/m<sup>2</sup> n'atteint pas les terrains voisins. Il n'y a donc pas de risque d'effet domino depuis notre site vers un site voisin.

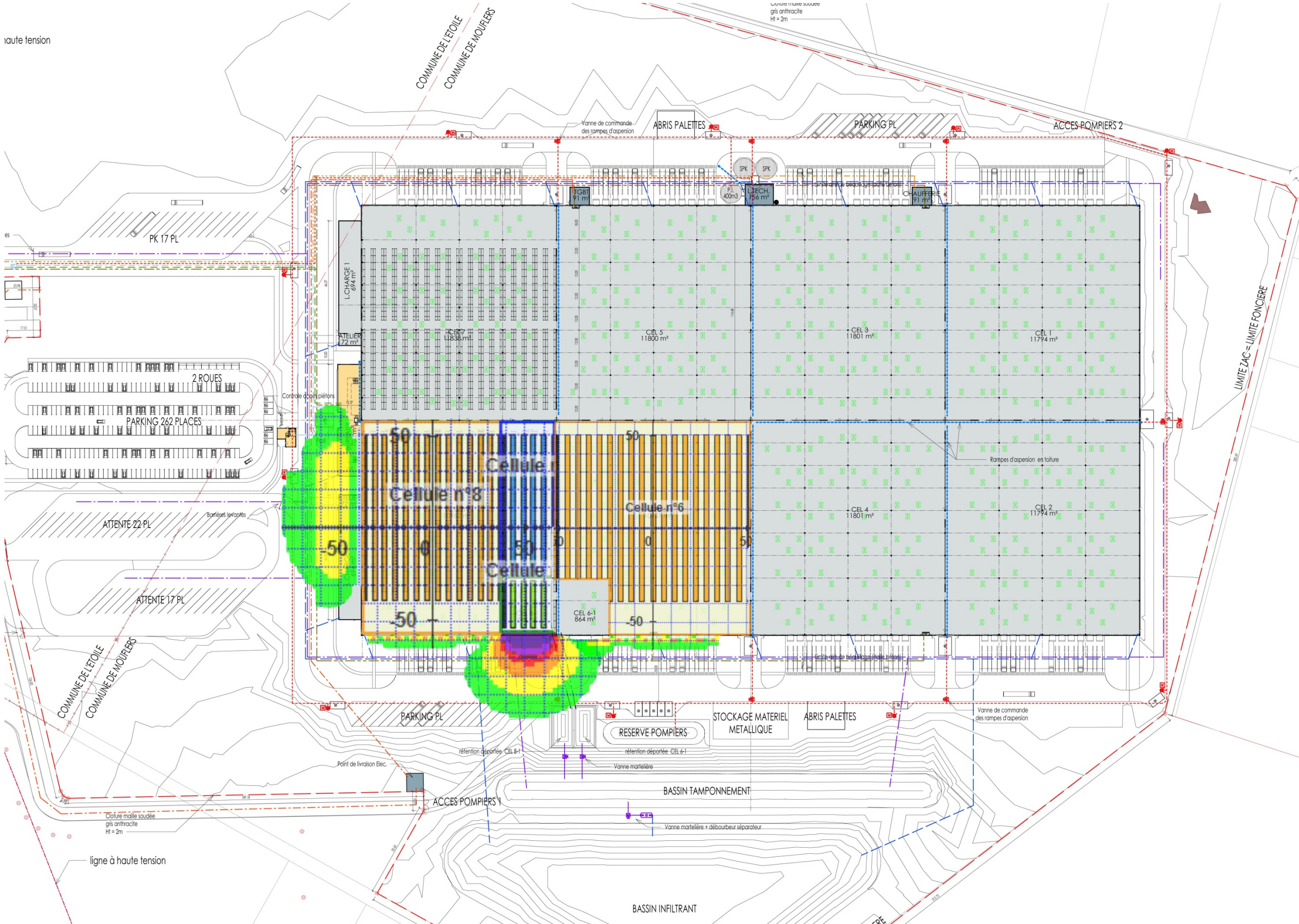
#### Propagation à d'autres installations du site

Le bloc bureaux/locaux sociaux et le local de charge accolé à la cellule 8 ainsi que l'atelier de maintenance accolé sont impactés par le flux de 8 kW/m<sup>2</sup> lors du scénario « cellule 8.1 vers cellule 8 » mais ils sont protégés durant 120 minutes par la paroi sud-ouest qui est toute hauteur (13,90 mètres de haut).

Le bassin de rétention déporté associé à la cellule 6.1 n'est pas atteint par le flux thermique de 5 kW/m<sup>2</sup>.

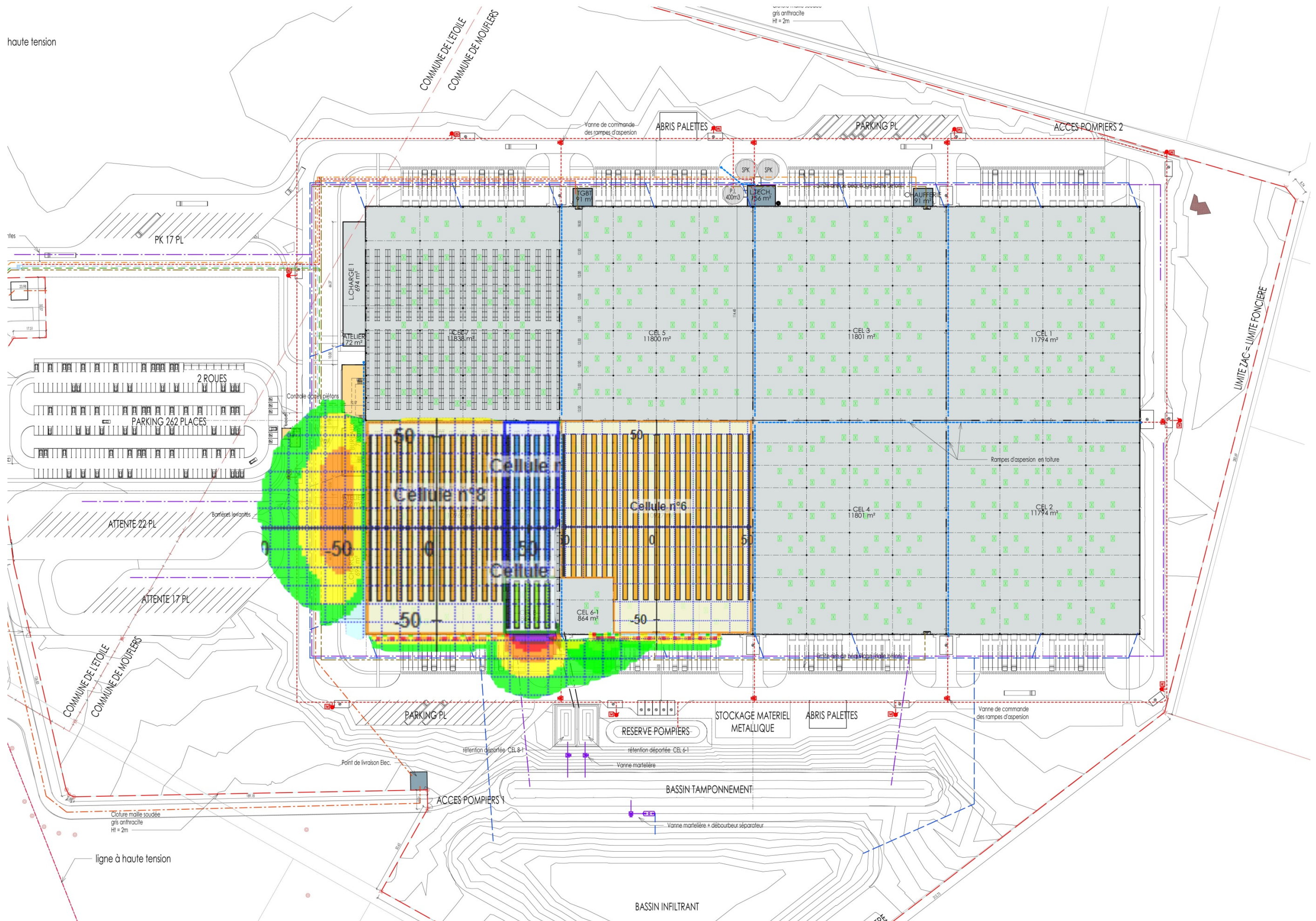


## Cartographie des flux thermiques – Incendie généralisé de 6 vers 6.1 et de 8 vers 8.1





haute tension





### PhD 3 : incendie d'une cellule de stockage Effet 3.2 – Dispersion de gaz toxiques

*NB : pour plus de détail, le lecteur se reportera aux résultats complets donnés par l'étude d'ANTEA en ANNEXE 14.*

#### 1 – Description des scénarii, hypothèses de calculs

Deux modélisations ont été effectuées sur la base d'une cellule de stockage avec des racks toute hauteur, ce mode de stockage offrant la plus grande quantité de matières combustibles stockées et donc la plus grande quantité de gaz de combustion.

Les scénarii retenus sont :

- incendie d'une cellule d'environ 12 000 m<sup>2</sup> contenant des matières plastiques (cellule 1 à 5 et cellule 7) qui peut contenir 15 660 palettes au maximum ;
- incendie de la cellule 8.1 contenant les produits dangereux pour l'environnement aquatique, ces produits étant chlorés et le chlore étant un gaz toxique à certaines concentrations.

La composition des stockages est alors la suivante :

##### Cellule d'environ 12 000 m<sup>2</sup>

- ✓ Bois : 469,8 tonnes
- ✓ PVC : 1 785,24 tonnes (polychlorure de vinyle)
- ✓ PE : 1 785,24 tonnes (polyéthylène)
- ✓ PU : 1 785,24 tonnes (polyuréthane)
- ✓ PP : 1 785,24 tonnes (polypropylène)
- ✓ PS : 1 785,24 tonnes (polystyrène)

##### Cellule 8.1

- ✓ Bois : 35,7 tonnes
- ✓ PVC : 119,93 tonnes (polychlorure de vinyle)
- ✓ PE : 119,93 tonnes (polyéthylène)
- ✓ PU : 119,93 tonnes (polyuréthane)
- ✓ PP : 119,93 tonnes (polypropylène)
- ✓ PS : 119,93 tonnes (polystyrène)
- ✓ Symclosene : 78,66 tonnes (le symclosene est le principal composant des galets solides chlorés ; il s'agit de l'acide trichloroisocyanurique.)

#### 2 – Composition des fumées

La composition des fumées d'incendie dépend de la composition chimique des produits. À partir de la composition chimique des matériaux présents, on peut déterminer le débit massique des atomes représentatifs :

Cellule d'environ 12 000 m<sup>2</sup>

Composition des fumées en polluant toxique en kg/s					Fumées totales
CO <sub>2</sub>	CO	HCl	HCN	NO <sub>2</sub>	26 877 kg/s
572,1	36,4	28,6	3,1	5,2	

Cellule 8.1

Composition des fumées en polluant toxique en kg/s					Fumées totales
CO <sub>2</sub>	CO	HCl	HCN	NO <sub>2</sub>	1 954 kg/s
38	2,4	2,8	0,3	0,6	

Pour chaque gaz toxique, sont déterminées des concentrations correspondant à trois seuils d'effets, dénommés SEI (Seuil des Effets Irréversibles), SPEL (Seuil des Premiers Effets Létaux pour 1% de la population exposée) et SELS (Seuils des Effets Létaux Significatifs pour 5% de la population exposée).

Lorsque les polluants sont susceptibles de se retrouver mélangés dans les fumées de combustion, il faut alors déterminer le SEI équivalent ainsi que le SEL équivalent de ces fumées. Ceci permet de prendre en compte de façon sommaire l'effet simultané de tous les gaz toxiques. Le seuil des effets irréversibles équivalent est alors déterminé tel que :

$$\sum_i Q_i / SEI_i = Q_{total} / SEI_{équivalent}$$

Avec pour chaque gaz toxique :

- la concentration SEI<sub>i</sub>, exprimée en masse de gaz toxique par m<sup>3</sup> ou en ppm, correspondant à l'apparition des effets irréversibles pour une exposition de 60 minutes,
- et le débit massique Q<sub>i</sub> du gaz dans les fumées.

La méthode et la formule sont similaires pour définir le SEL équivalent. Les seuils équivalents pour une exposition de 60 minutes sont communiqués ci-dessous :

Cellule d'environ 12 000 m<sup>2</sup>

**SEI équivalent = 17 712 ppm**  
**SPEL équivalent = 73 353 ppm**  
**SELS équivalent = 98 635 ppm**

Cellule 8.1

**SEI équivalent = 12 754 ppm**  
**SPEL équivalent = 53 011 ppm**  
**SELS équivalent = 72 098 ppm**

### 3 – Zones de danger

Les distances d'effets pour une durée d'exposition de 60 minutes sont les suivantes :

#### Cellule d'environ 12 000 m<sup>2</sup>

Seuil	Distance
SEI	Aucun effet à hauteur d'homme Effets sur un rayon de 536 m à une hauteur de 273 m
SPEL	Aucun effet à hauteur d'homme Effets sur un rayon de 130 m à une hauteur de 172 m
SELS	Aucun effet toxique à hauteur d'homme Effets sur un rayon de 90 m à une hauteur de 154 m

Tableau 10 : distances d'effets toxiques – cellule d'environ 12 000 m<sup>2</sup>

#### Cellule 8.1

Seuil	Distance
SEI	Aucun effet à hauteur d'homme Effets sur un rayon de 257 m à une hauteur de 144 m
SPEL	Aucun effet à hauteur d'homme Effets sur un rayon de 62 m à une hauteur de 55 m
SELS	Aucun effet toxique à hauteur d'homme Effets sur un rayon de 44 m à une hauteur de 51 m

Tableau 11 : distances d'effets toxiques – cellule 8.1

D'après les modélisations effectuées, la toxicité des fumées produites en cas d'incendie ne présentent pas de zone de dangers au sol.

Les concentrations dangereuses pour l'homme sont atteintes à 51 mètres minimum au-dessus du foyer, i.e. la dalle de l'entrepôt.

Etant donné la topographie du terrain (notre projet est en point haut) et la nature des constructions présentes ou à venir (pas d'immeuble de grande hauteur prévu dans la ZAC des Hauts Plateaux), aucune personne ne se retrouverait exposée à une concentration dangereuse pour l'organisme humain.



### PhD 3b : incendie de deux cellules de stockage Effet 3b.2 – Dispersion de gaz toxiques

NB : pour plus de détail, le lecteur se reportera aux résultats complets donnés par l'étude d'ANTEA en **ANNEXE 14**.

#### 1 – Description des scénarii, hypothèses de calculs

Le cas majorant en termes de dispersion de gaz toxiques est un incendie impliquant la cellule 8.1 car elle abritera les produits chlorés. Le scénario étudié ci-après est l'incendie de la cellule 8 stockant des marchandises 1510 se propageant à la cellule 8.1.

Globalement, les quantités de matières combustibles mises en jeu sont les suivantes :

- ✓ Bois : 493,5 tonnes
- ✓ PVC : 348,83 tonnes (polychlorure de vinyle)
- ✓ PE : 806,63 tonnes (polyéthylène)
- ✓ PU : 119,93 tonnes (polyuréthane)
- ✓ PP : 806,63 tonnes (polypropylène)
- ✓ PS : 806,63 tonnes (polystyrène)
- ✓ Papier-carton : 6 409,2 tonnes
- ✓ Symclosene : 78,66 tonnes

#### 2 – Composition des fumées

La composition des fumées d'incendie dépend de la composition chimique des produits. À partir de la composition chimique des matériaux présents, on peut déterminer le débit massique des atomes représentatifs :

Composition des fumées en polluant toxique en kg/s					Fumées totales
CO <sub>2</sub>	CO	HCl	HCN	NO <sub>2</sub>	38 426 kg/s
843,3	53,7	11,1	0,6	1	

Pour chaque gaz toxique, sont déterminées des concentrations correspondant à trois seuils d'effets, dénommés SEI (Seuil des Effets Irréversibles), SPEL (Seuil des Premiers Effets Létaux pour 1% de la population exposée) et SELS (Seuils des Effets Létaux Significatifs pour 5% de la population exposée).

Lorsque les polluants sont susceptibles de se retrouver mélangés dans les fumées de combustion, il faut alors déterminer le SEI équivalent ainsi que le SEL équivalent de ces fumées. Ceci permet de prendre en compte de façon sommaire l'effet simultané de tous les gaz toxiques. Le seuil des effets irréversibles équivalent est alors déterminé tel que :

$$\sum_i Q_i / SEI_i = Q_{total} / SEI_{équivalent}$$

Avec pour chaque gaz toxique :

- la concentration SEI<sub>i</sub>, exprimée en masse de gaz toxique par m<sup>3</sup> ou en ppm, correspondant à l'apparition des effets irréversibles pour une exposition de 60 minutes,
- et le débit massique Q<sub>i</sub> du gaz dans les fumées.

La méthode et la formule sont similaires pour définir le SEL équivalent. Les seuils équivalents pour une exposition de 60 minutes sont communiqués ci-dessous :

**SEI équivalent = 65 971 ppm**  
**SPEL équivalent = 245 961 ppm**  
**SELS équivalent = 300 345 ppm**

### 3 – Zones de danger

Les distances d'effets pour une durée d'exposition de 60 minutes sont les suivantes :

Seuil	Distance
SEI	Aucun effet à hauteur d'homme Effets sur un rayon de 170 m à une hauteur de 210 m
SPEL	Aucun effet à hauteur d'homme Effets sur un rayon de 33 m à une hauteur de 136 m
SELS	Aucun effet toxique à hauteur d'homme Effets sur un rayon de 28 m à une hauteur de 126 m

**Tableau 12 : distances d'effets toxiques – incendie de deux cellules**

D'après les modélisations effectuées, la toxicité des fumées produites en cas d'incendie ne présentent pas de zone de dangers au sol.

Les concentrations dangereuses pour l'homme sont atteintes à 126 mètres minimum au-dessus du foyer, i.e. la dalle de l'entrepôt.

Etant donné la topographie du terrain (notre projet est en point haut) et la nature des constructions présentes ou à venir (pas d'immeuble de grande hauteur prévu dans la ZAC des Hauts Plateaux), aucune personne ne se retrouverait exposée à une concentration dangereuse pour l'organisme humain.

### PhD 3 : incendie d'une cellule de stockage Effet 3.3 – Dispersion d'eaux d'extinction

L'évaluation des besoins en rétention des eaux incendie est directement liée aux volumes d'eau utilisés par les pompiers pour combattre le sinistre.

Les volumes d'eau nécessaires aux services de secours sont évalués selon l'instruction technique D9 (INESC - FFSA - CNPP). Cette instruction technique prend en compte les eaux utilisées pour le refroidissement des parois REI et les eaux utilisées pour combattre directement le foyer. Ainsi, toutes les eaux utilisées par les pompiers sont comptabilisées.

Les besoins en rétention sont évalués selon l'instruction technique D9A (INESC - FFSA - CNPP).

#### 1 – Besoins en eaux incendie

Les besoins en eaux incendie ont été dimensionnés pour trois cas :

1. L'incendie d'une grande cellule
2. L'incendie de la cellule 6.1 stockant les marchandises inflammables
3. L'incendie de la cellule 8.1 stockant les produits dangereux pour l'environnement aquatique

➞ Voir grilles de calcul page suivante

Par ailleurs, les besoins en eau doivent tenir compte de l'arrosage des murs émergents en toiture au moyen des colonnes d'arrosage (cf. ci-après la description des trois cas).

Les hypothèses sont les suivantes :

#### Cas 1

- Surface en feu : la cellule présentant la plus grande superficie utile (cellule 7 de 11 838 m<sup>2</sup>) a été retenue car il s'agit du cas le plus défavorable.
- Hauteur de stockage : 12 m
- Type de construction : structure stable au feu 1h (R60)
- Détection incendie : oui (assurée par le sprinkler)
- Présence 24/24 : oui (gardiennage permanent)
- Service incendie sur place : non
- Catégorie de risque : 2
- Sprinkler : oui

Les besoins en eau pour une cellule sont évalués à 479 m<sup>3</sup>/h arrondis à 480 m<sup>3</sup>/h.

### Cas 2

- Surface en feu : 860 m<sup>2</sup>
- Hauteur de stockage : 12 m
- Type de construction : structure stable au feu 1h (R60)
- Détection incendie : oui (assurée par le sprinkler)
- Présence 24/24 : oui (gardiennage permanent)
- Service incendie sur place : non
- Catégorie de risque : 3 (substances inflammables)
- Sprinkler : oui

Les besoins en eau pour une cellule sont évalués à 46 m<sup>3</sup>/h arrondis à 60 m<sup>3</sup>/h.

### Cas 3

- Surface en feu : 860 m<sup>2</sup>
- Hauteur de stockage : 12 m
- Type de construction : structure stable au feu 1h (R60)
- Détection incendie : oui (assurée par le sprinkler)
- Présence 24/24 : oui (gardiennage permanent)
- Service incendie sur place : non
- Catégorie de risque : 2
- Sprinkler : oui

Les besoins en eau pour une cellule sont évalués à 35 m<sup>3</sup>/h arrondis à 60 m<sup>3</sup>/h.

**Le débit d'eau à mettre en œuvre pour l'intervention des pompiers est de 480 m<sup>3</sup>/h.**

### Arrosage en toiture

Des colonnes sèches avec des rampes d'aspersion vont être mises en place afin de renforcer la protection des murs REI 240. Ces rampes seront alimentées par une canalisation enterrée qui sera piquée sur le réseau des poteaux incendie. En conséquence, l'eau alimentant les colonnes d'arrosage sera issue de la même réserve fixe que celle alimentant les poteaux incendie internes.

Le débit d'alimentation de ces rampes d'aspersion est de 10 l/min/ml (norme APSAD).

Le cas le plus défavorable est l'arrosage de 3 murs REI 240 (cas des cellules 3 à 6). Dans ce cas-là, le linéaire des rampes d'aspersion sera égal à :  $(114,5 \times 2) + [103,4 \times 2 \text{ (la moitié de la dorsale REI 240)}] = 435,8 \text{ ml}$ , soit 4 358 litres par minute. Le système est dimensionné pour fonctionner durant deux heures, d'où un volume d'eau égal à **523 m<sup>3</sup>**.

## 2. Mesures de maitrises des risques

### Poteaux incendie et réserve aérienne

Le réseau public fournit 360 m<sup>3</sup>/h (donnée du Syndicat d'Aménagement de la ZAC) auprès du réservoir d'eau potable qui se situe en contre-bas de la ZAC. Néanmoins, nous ne connaissons pas la perte de charge due à la distance et à la topographie du réseau enterré. Nous avons donc retenu le parti d'être autonome durant deux heures pour garantir la source d'eau au service de secours dès le début de leur intervention.

Le débit d'eau de 480 m<sup>3</sup>/h sera obtenu :

- sur le réseau des poteaux incendie internes qui sera alimenté par une cuve d'eau associée à un surpresseur
- et par une réserve incendie aérienne qui se situera en face des cellules 2 et 4.

D'après la règle D9, au moins un tiers du débit requis doit être offert par le réseau des poteaux incendie, soit un minimum de 160 m<sup>3</sup>/h. Le multiple de 60 supérieur étant égal à 180, un débit de 180 m<sup>3</sup>/h sera disponible dans le réseau des poteaux incendie internes. La cuve d'eau contiendra donc 360 m<sup>3</sup> d'eau pour une autonomie de deux heures. Cette cuve sera la même que celle utilisée pour alimenter les rampes d'arrosage en toiture. Son volume minimum sera donc de 360 + 400 = 760 m<sup>3</sup>.

Les 300 m<sup>3</sup>/h résiduels à apporter au service de secours le seront par la réserve incendie aérienne en face de la cellule 6. Pour deux heures d'utilisation, son volume sera de 600 m<sup>3</sup>. Cette réserve sera équipée des installations de raccordement et des zones de mise en stationnement pour les engins d'intervention à raison d'un emplacement de 32 m<sup>2</sup> pour 120 m<sup>3</sup> d'eau, soit cinq emplacements de 8 x 4 mètres. Chaque emplacement aura sa propre canalisation de pompage dans la réserve incendie.

La réserve incendie et les cinq emplacements de stationnement se trouvent en dehors de l'emprise des flux thermiques.

### Arrosage en toiture

Huit colonnes verticales alimenteront les rampes d'aspersion en toiture : une pour chaque mur séparatif entre cellules et deux pour la dorsale. Le bloc bureaux/locaux sociaux ne permettant pas de placer la colonne verticale au droit de la dorsale sur la façade sud-ouest, cette dernière sera décalée sur un des deux côtés dudit bloc.

Le service de secours, en fonction de la localisation du foyer à combattre, manoeuvrera les vannes sur la canalisation d'eau incendie pour alimenter les rampes d'aspersion désirées. Les vannes seront protégées sous des plaques de voirie, aisément soulevables et indiquées par une signalétique verticale.

Le volume d'eau nécessaire, 523 m<sup>3</sup>, sera disponible dans la cuve de 900 m<sup>3</sup> fournissant les 360 m<sup>3</sup> nécessaires sur les poteaux.

La canalisation de distribution d'eau aux poteaux et aux rampes d'aspersion sera maintenue sous pression mais sans dépasser 8 bar de pression au niveau de chaque poteau y compris si les rampes d'aspersion en toiture ne sont pas utilisées.



BIGS  
165 BIS RUE DE VAUGIRARD  
75015 PARIS  
TEL : 01 70 64 22 32

Date : 27-juin-18  
Affaire : JJA  
Commune : Mouflers  
Cellule : 7

**Calcul des besoins en eaux d'extinction incendie**  
Instruction technique D9

**Données d'entrée :**

Surface : 11838 m<sup>2</sup>  
hauteur de stockage : 12 m  
Stabilité au feu : 1 h  
accueil 24h/24 (O/N) : o  
Détection incendie (O/N) : o  
Service de sécurité incendie (O/N) : n  
Catégorie de risque : 2  
Sprinklage (O/N) : o

CRITERE	COEFFICIENTS ADDITIONNELS	COEFFICIENTS RETENUS POUR LE CALCUL
<b>HAUTEUR DE STOCKAGE</b>		
jusqu'à 3 m	0	0,20
jusqu'à 8 m	+ 0,1	
jusqu'à 12 m	+ 0,2	
au-delà de 12 m	+ 0,5	
<b>TYPE DE CONSTRUCTION</b>		
ossature stable au feu >= 1 h	- 0,1	-0,1
ossature stable au feu >= 1/2 h	0	
ossature stable au feu < 1/2 h	+ 0,1	
<b>TYPE D'INTERVENTION INTERNE</b>		
accueil 24h/24	- 0,1	-0,1
DAI généralisé 24h/24, 7J/7	- 0,1	-0,1
service de sécurité incendie	- 0,3	0,0
<b>SURFACE DE REFERENCE</b>		
		11838 m²
<b>CATEGORIE DE RISQUE</b>		
Risque 1	1	1,5
Risque 2	1,5	
Risque 3	2	
<b>RISQUE SPRINKLE</b>		
oui	0,5	0,5
non	1	
<b>Débit théorique</b>		
		479 m³/h

**Débit nécessaire : 480 m<sup>3</sup>/h**



BIGS  
165 BIS RUE DE VAUGIRARD  
75015 PARIS  
TEL : 01 70 64 22 32

Date : 27-juin-18  
Affaire : JJA  
Commune : Mouflers  
Cellule : 6.1

**Calcul des besoins en eaux d'extinction incendie**  
Instruction technique D9

**Données d'entrée :**

Surface : 860 m<sup>2</sup>  
hauteur de stockage : 12 m  
Stabilité au feu : 1 h  
accueil 24h/24 (O/N) : o  
Détection incendie (O/N) : o  
Service de sécurité incendie (O/N) : n  
Catégorie de risque : 3  
Sprinklage (O/N) : o

CRITERE	COEFFICIENTS ADDITIONNELS	COEFFICIENTS RETENUS POUR LE CALCUL
<b>HAUTEUR DE STOCKAGE</b>		
jusqu'à 3 m	0	0,20
jusqu'à 8 m	+ 0,1	
jusqu'à 12 m	+ 0,2	
au-delà de 12 m	+ 0,5	
<b>TYPE DE CONSTRUCTION</b>		
ossature stable au feu >= 1 h	- 0,1	-0,1
ossature stable au feu >= 1/2 h	0	
ossature stable au feu < 1/2 h	+ 0,1	
<b>TYPE D'INTERVENTION INTERNE</b>		
accueil 24h/24	- 0,1	-0,1
DAI généralisé 24h/24, 7J/7	- 0,1	-0,1
service de sécurité incendie	- 0,3	0,0
<b>SURFACE DE REFERENCE</b>		860 m <sup>2</sup>
<b>CATEGORIE DE RISQUE</b>		
Risque 1	1	2,0
Risque 2	1,5	
Risque 3	2	
<b>RISQUE SPRINKLE</b>		
oui	0,5	0,5
non	1	
<b>Débit théorique</b>		46 m <sup>3</sup> /h

**Débit nécessaire : 60 m<sup>3</sup>/h**



BIGS  
165 BIS RUE DE VAUGIRARD  
75015 PARIS  
TEL : 01 70 64 22 32

Date : 5-juil.-18  
Affaire : JJA  
Commune : Mouflers  
Cellule : 8.1

**Calcul des besoins en eaux d'extinction incendie**  
Instruction technique D9

**Données d'entrée :**

Surface : 860 m<sup>2</sup>  
hauteur de stockage : 12 m  
Stabilité au feu : 1 h  
accueil 24h/24 (O/N) : o  
Détection incendie (O/N) : o  
Service de sécurité incendie (O/N) : n  
Catégorie de risque : 2  
Sprinklage (O/N) : o

CRITERE	COEFFICIENTS ADDITIONNELS	COEFFICIENTS RETENUS POUR LE CALCUL
<b>HAUTEUR DE STOCKAGE</b>		
jusqu'à 3 m	0	0,20
jusqu'à 8 m	+ 0,1	
jusqu'à 12 m	+ 0,2	
au-delà de 12 m	+ 0,5	
<b>TYPE DE CONSTRUCTION</b>		
ossature stable au feu >= 1 h	- 0,1	-0,1
ossature stable au feu >= 1/2 h	0	
ossature stable au feu < 1/2 h	+ 0,1	
<b>TYPE D'INTERVENTION INTERNE</b>		
accueil 24h/24	- 0,1	-0,1
DAI généralisé 24h/24, 7J/7	- 0,1	-0,1
service de sécurité incendie	- 0,3	0,0
<b>SURFACE DE REFERENCE</b>		860 m <sup>2</sup>
<b>CATEGORIE DE RISQUE</b>		
Risque 1	1	1,5
Risque 2	1,5	
Risque 3	2	
<b>RISQUE SPRINKLE</b>		
oui	0,5	0,5
non	1	
<b>Débit théorique</b>		35 m <sup>3</sup> /h
<b>Débit nécessaire :</b>		60 m <sup>3</sup> /h



### 3 - Besoins en rétentions

➡ Voir grilles de calcul page suivante.

Nous reprenons ci-dessous les trois cas étudiés pour déterminer le débit d'eau à mettre en œuvre.

#### Cas 1 : incendie d'une grande cellule de marchandises combustibles

Les hypothèses sont les suivantes :

- Débit d'eau incendie : 480 m<sup>3</sup>/h
- Volume de la cuve de sprinkler : 800 m<sup>3</sup>
- Volume d'arrosage en toiture : 523 m<sup>3</sup>
- Volume de liquide stocké dans la cellule : 0 m<sup>3</sup>
- Volume lié à l'utilisation des RIA : 0
- Surface imperméabilisée : surface voirie + surface toiture de la cellule en feu  
= 52 494 + 11 838 = 64 332 m<sup>2</sup>

Les besoins en rétention sont évalués à 2 926,32 m<sup>3</sup> arrondis à **2 927 m<sup>3</sup>**.

#### Cas 2 : incendie de la cellule 6.1 de stockage des marchandises inflammables

Les hypothèses sont les suivantes :

- Débit d'eau incendie : 60 m<sup>3</sup>/h
- Volume de la cuve de sprinkler : 800 m<sup>3</sup>
- Volume d'arrosage en toiture : 0 m<sup>3\*</sup>
- Volume de liquide stocké dans la cellule : 0 m<sup>3\*\*</sup>
- Volume lié à l'utilisation des RIA : 0
- Surface imperméabilisée : surface toiture de la cellule en feu = 860 m<sup>2</sup>

Les besoins en rétention sont évalués à 928,6 m<sup>3</sup> arrondis à **930 m<sup>3</sup>**.

*\* : le volume d'arrosage en toiture est compté uniquement pour la défense incendie d'une grande cellule isolée par des parois REI 240 ; il n'est pas compté dans le présent scénario car les parois émergentes de la cellule 6.1 pourront être arrosées par le service de secours au moyen de lances vu la profondeur de la cellule et le débit disponible (réseau interne des poteaux incendie + réserve aérienne).*

*\*\* : les marchandises inflammables (aérosols inflammables, gaz inflammables liquéfiés dans les briquets et allume-gaz) seraient immédiatement vaporisées en cas d'incendie et ne formeraient pas une nappe liquide au sol. C'est pour cela que nous ne majorons pas la capacité de rétention associée à la cellule 6.1.*

Cas 3 : incendie de la cellule 8.1 de stockage des marchandises dangereuses pour l'environnement aquatique

Les hypothèses sont les suivantes :

- Débit d'eau incendie :  $60 \text{ m}^3/\text{h}$
- Volume de la cuve de sprinkler :  $800 \text{ m}^3$
- Volume d'arrosage en toiture :  $0 \text{ m}^3^*$
- Volume de liquide stocké dans la cellule :  $0 \text{ m}^3^{**}$
- Volume lié à l'utilisation des RIA : 0
- Surface imperméabilisée : surface toiture de la cellule en feu =  $860 \text{ m}^2$

Les besoins en rétention sont évalués à  $928,6 \text{ m}^3$  arrondis à  **$930 \text{ m}^3$** .

*\* : le volume d'arrosage en toiture est compté uniquement pour la défense incendie d'une grande cellule isolée par des parois REI 240 ; il n'est pas compté dans le présent scénario car les parois émergentes de la cellule 8.1 pourront être arrosées par le service de secours au moyen de lances vu la profondeur de la cellule et le débit disponible (réseau interne des poteaux incendie + réserve aérienne de  $600 \text{ m}^3$ ).*

*\*\* : les produits dangereux pour l'environnement aquatique seront essentiellement solides (cf. les fiches de données de sécurité en **ANNEXE 3**). Au cas où certains produits d'entretien pour piscine seraient stockés sous forme liquide, un léger complément de rétention est d'ores et déjà intégrée en majorant la capacité de  $928,6$  à  $930 \text{ m}^3$ , soit 1 400 litres de plus.*



**BIGS**  
165 bis rue de Vaugirard  
75015 PARIS  
tel : 01 70 64 22 32

Date :	19-juil.-18
Affaire :	JJA
Commune :	Moufliers
Cellule :	7

**Calcul des besoins en rétention des eaux d'extinction incendie**  
Instruction technique D9a

**Données d'entrées**

Débit D9	480	m3/h
Volume spk	800	m3
Débit rideau d'eau	0	m3/min
Débit additifs	0	m3/min
Volume arrosage toiture	523	m3
Surface imperméabilisée	64 332	m²
Volume de liquides stockés	0	m3

Besoins pour la lutte extérieure		Résultat document D9 : (Besoins x 2 heures au minimum)	960
			+
Moyens de lutte intérieure contre l'incendie	Sprinkleurs	volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maxi de fonctionnement	800
			+
	Rideau d'eau	besoins x 90 mn	0
			+
	RIA	A négliger	0
			+
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage (en gal. 15 - 25 mn)	0
			+
	Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis	523
			+
Volumes d'eau liés aux intempéries		10 l/m² de surface de drainage	643,32
			+
Présence stock de liquides		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	0

Total : 2926,32

**Volume de rétention nécessaire = 2926,32 m3**

**Commentaire** : superficie imperméabilisée égale à Svoirie + S toiture cellule en feu, soit 52 494 m² + 11 838 m²



**BIGS**  
165 bis rue de Vaugirard  
75015 PARIS  
tel : 01 70 64 22 32

Date :	27-juin-18
Affaire :	JJA
Commune :	Mouflers
Cellule :	6.1

**Calcul des besoins en rétention des eaux d'extinction incendie**  
Instruction technique D9a

**Données d'entrées**

Débit D9	60	m3/h
Volume spk	800	m3
Débit rideau d'eau	0	m3/min
Débit additifs	0	m3/min
Volume arrosage toiture	0	m3
Surface imperméabilisée	860	m²
Volume de liquides stockés	0	m3

Besoins pour la lutte extérieure		Résultat document D9 : (Besoins x 2 heures au minimum)	120
			+
Moyens de lutte intérieure contre l'incendie	Sprinkleurs	volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maxi de fonctionnement	800
			+
	Rideau d'eau	besoins x 90 mn	0
			+
	RIA	A négliger	0
			+
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage (en gal. 15 - 25 mn)	0
			+
	Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis	0
			+
Volumes d'eau liés aux intempéries		10 l/m² de surface de drainage	8,6
			+
Présence stock de liquides		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	0

Total : 928,6

**Volume de rétention nécessaire = 928,6 m3**

**Commentaire** : superficie imperméabilisée égale S toiture cellule en feu, soit 860 m²



**BIGS**  
165 bis rue de Vaugirard  
75015 PARIS  
tel : 01 70 64 22 32

Date :	5-juil.-18
Affaire :	JJA
Commune :	Mouflers
Cellule :	8.1

**Calcul des besoins en rétention des eaux d'extinction incendie**  
Instruction technique D9a

**Données d'entrées**

Débit D9	60	m3/h
Volume spk	800	m3
Débit rideau d'eau	0	m3/min
Débit additifs	0	m3/min
Volume arrosage toiture	0	m3
Surface imperméabilisée	860	m²
Volume de liquides stockés	0	m3

Besoins pour la lutte extérieure		Résultat document D9 : (Besoins x 2 heures au minimum)	120
			+
Moyens de lutte intérieure contre l'incendie	Sprinkleurs	volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maxi de fonctionnement	800
			+
	Rideau d'eau	besoins x 90 mn	0
			+
	RIA	A négliger	0
			+
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage (en gal. 15 - 25 mn)	0
			+
	Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis	0
			+
Volumes d'eau liés aux intempéries		10 l/m² de surface de drainage	8,6
			+
Présence stock de liquides		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	0

Total : 928,6

**Volume de rétention nécessaire = 928,6 m3**

**Commentaire** : superficie imperméabilisée égale S toiture cellule en feu, soit 860 m²

#### 4 – Mesures de maitrises des risques

La rétention des eaux d'incendie sera assurée en utilisant :

- Dans le cas de l'incendie d'une grande cellule :
  - Le volume disponible sur le dallage de chaque cellule, le décaissé étant de 4 centimètres,
  - Le volume disponible dans les quais extérieurs, la hauteur d'eau ne devant pas excéder 20 centimètres,
  - Le volume disponible dans les canalisations d'eaux pluviales de voirie enterrées,
  - Le bassin de rétention étanche dans la partie sud-est du terrain
- Dans le cas de l'incendie de la cellule 6.1 ou de la cellule 8.1 : des bassins de rétention déportés extérieurs associés spécifiquement à chacune de ces cellules.

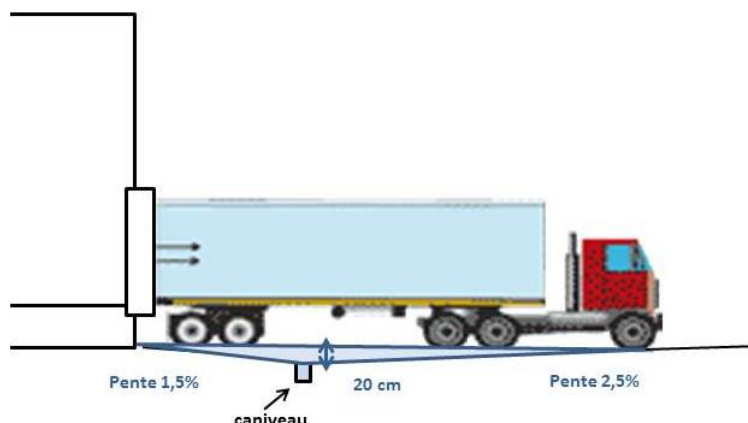
##### Capacité de rétention pour une grande cellule

###### a) Volume disponible sur dallage

Le dallage de chaque cellule, hormis les cellules 6.1 et 8.1 dont la dalle sera plane et équipée d'avaloirs, présentera un décaissé de 4 centimètres soit un volume de  $92\,680\text{ m}^2 \times 0,04\text{ m} = 3\,707,2\text{ m}^3$ . Pour tenir compte du foisonnement lié à la présence de palettes et des pieds de racks, nous divisons ce volume par deux, soit  $1\,853,6\text{ m}^3$ . Ce volume sera disponible sur toute la superficie des cellules concernées étant donné que les portes coulissantes entre cellules, fermées en cas de sinistre, seront détalonnées et permettront l'écoulement de l'eau entre chaque cellule. La capacité de rétention du bâtiment est prise égale à **1 853 m<sup>3</sup>**.

###### b) Volume disponible dans les quais extérieurs

Les quais extérieurs où évolueront les poids lourds présenteront la coupe suivante :



Cette configuration permet de stocker  $2\text{ m}^3$  d'eau par mètre linéaire de cour camions, soit pour 530 mètres un volume de **1 060 m<sup>3</sup>**.

c) Canalisations enterrées

Les canalisations enterrées des eaux pluviales de voirie, depuis les cours camions jusqu'au bassin de rétention étanche, permettront de contenir un volume de **50 m<sup>3</sup>**.

d) Bassin de rétention étanche

Le bassin étanche de gestion des eaux de voirie servira de réceptacle final, mais le volume obtenu pour la gestion des eaux de voirie n'est pas à majorer car les capacités de rétention en amont sont suffisantes pour stocker 2 927 m<sup>3</sup>. En effet,

$$1\,853 + 1\,060 + 50 = \mathbf{2\,963\,m^3}.$$

e) Synthèse et mode de fonctionnement

Le cumul des capacités de rétention aboutit à un volume supérieur au volume requis.

Le déclenchement du sprinkler en cas d'incendie actionnera la fermeture de la vanne placée sur la canalisation entre les deux bassins, plus exactement en amont du débordement-déshuileur. La vanne sera également manœuvrable manuellement.

Les eaux répandues par le sprinkler et par le service de secours seront d'abord conservées sur la dalle de l'entrepôt. Lorsque les eaux déborderont, elles seront reprises par les avaloirs d'eaux de voirie et acourent dans le bassin de rétention étanche dont l'écoulement sera condamné. Les eaux mettront alors en charge les canalisations enterrées et enfin par débordement les deux cours camions.

En cas de confinement d'eaux d'extinction après un incendie, celles-ci seront analysées. En fonction des résultats d'analyse, elles seront soit pompées pour être détruites dans un centre autorisé, soit rejetées petit à petit dans notre bassin d'infiltration si et seulement si leurs caractéristiques sont compatibles avec une telle gestion.

Capacités de rétention pour les cellules 6.1 et 8.1

Les eaux d'extinction d'un incendie ne peuvent être stockées à l'intérieur des cellules, sur leur dallage, car des produits dangereux seront stockés. Comme il y a incompatibilité entre les produits inflammables stockés dans la cellule 6.1 et les solides comburants stockés dans la cellule 8.1, chacune de ces cellules sera associée à une capacité de rétention externe de 930 m<sup>3</sup>, dont le revêtement sera incombustible et résistant à l'action physique et chimique des fluides pouvant être récoltés.

Pour cela, des avaloirs de reprise d'effluents seront intégrés dans le dallage de chacune de ces cellules et reliés à une canalisation enterrée qui véhiculera de manière gravitaire lesdits effluents jusque dans les bassins. Aucun siphon anti-feu n'est prévu sur les canalisations enterrées car :

- Il n'y aura pas de stockage de matières inflammables dans la cellule 8.1,
- Les matières inflammables dans la cellule 6.1 sont des aérosols et du gaz inflammable liquéfié qui n'ont aucune probabilité de former une nappe de liquide inflammable au sol.

Ces capacités de rétention seront munies chacune d'une vanne manuelle permettant d'évacuer les eaux pluviales dans le bassin de tamponnement étanche située à proximité. Ces deux vannes seront fermées en fonctionnement normal afin de rendre disponible en permanence les deux capacités de rétention.



## PhD 7 : explosion de la chaufferie Effet de surpression

### 1 – Description du scénario majorant, hypothèses de calculs

La chaufferie aura une superficie de 91 m<sup>2</sup> et une hauteur sous plafond de 5,50 mètres. Les caractéristiques du gaz de ville sont :

- Limite Inférieure d'Explosivité LIE : 5%,
- Limite Supérieure d'Explosivité LSE : 15%,
- Energie minimale d'inflammation : 300 µJ,
- Masse volumique: 0,68 kg/m<sup>3</sup>.

Indice de sévérité retenu : 5

### 2 – Résultats de la modélisation

**Energie de Brode** (source INERIS DRA 2004-46055)

Po ambient (Pa)	101325
Volume de l'enceinte (m <sup>3</sup> )	500,5
Criticité choisie entre 1 et 10	5
<i>P<sub>max</sub></i> (Pa)	20000
<i>E Brode</i> (MJ)	30,03
Rayon caractéristique <i>R<sub>c</sub></i> (m)	6,67

#### Evaluation des distances de suppressions

Surpression (mbar)	Distances réduites (m)	Distances estimées des surpression (m)
20	//	31
50	2,3	15
140	0,85	6
200	0	0

*NB : comme indiqué dans l'arrêté du 29/09/2005, compte tenu des dispersions de modélisation pour les faibles surpressions, nous considérons que la distance d'effet pour la surpression de 20 mbar est égale à deux fois la distance d'effet pour une surpression de 50 mbar.*

### 3 – Zones de danger

Les zones de dangers sont reportées sur la figure suivante. Les zones d'effet ne sortent pas des limites de propriété.

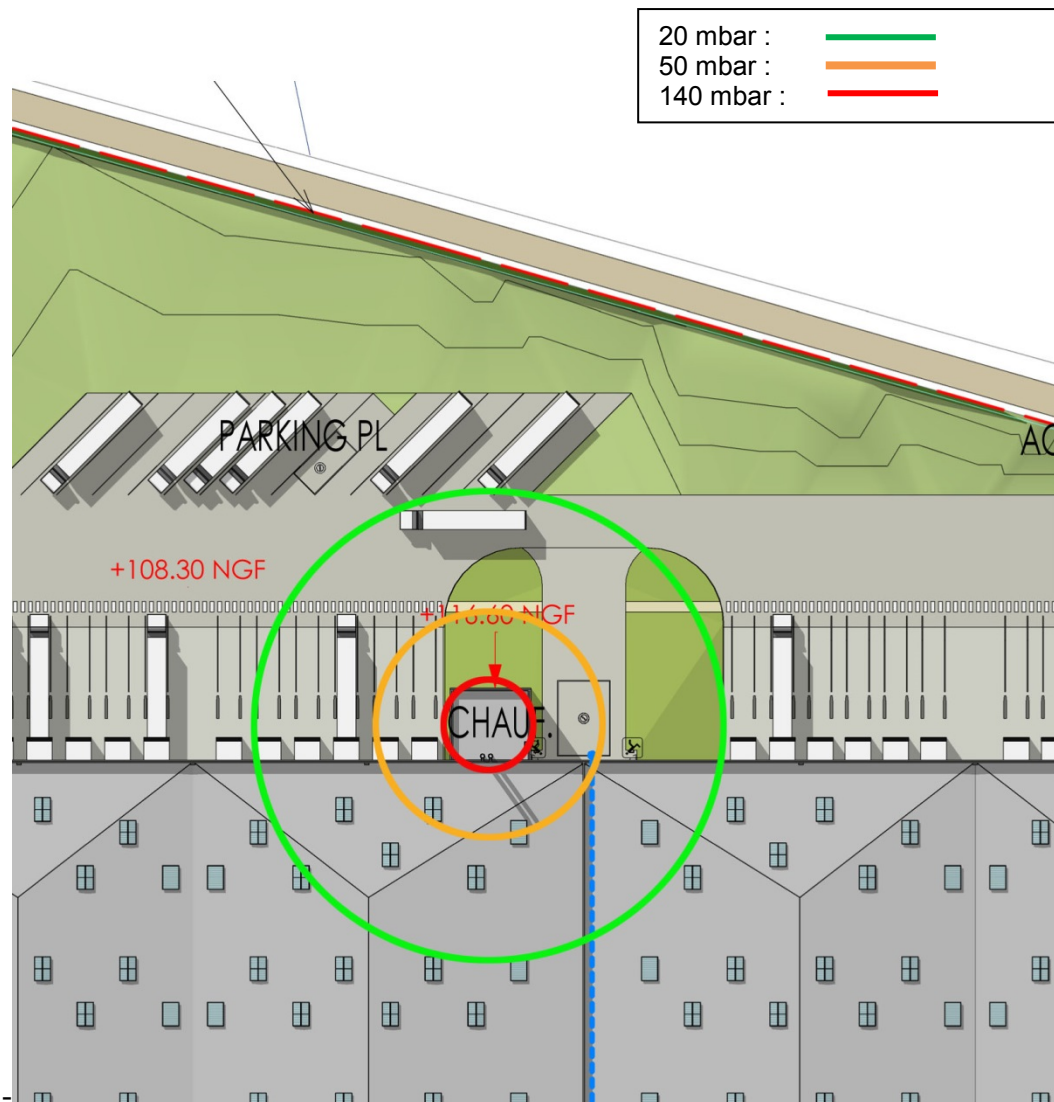


Figure 1 : cartographie des effets de surpression – explosion de la chaufferie

#### 4 – Effets dominos

La zone de surpression de 50 mbar, seuil des dégâts légers aux structures, ne sort pas des limites de propriété mais impacterait la cellule 3 avec une possibilité d'inflammation de matières combustibles dans cette dernière, même si la zone atteinte ne sera pas occupée par des racks.

Le scénario maximaliste serait la genèse d'un incendie généralisé à la cellule 3, ce qui correspond au scénario PhD 3 étudié ci-avant.

## 4.3. Evaluation de la gravité des phénomènes étudiés

La gravité est maintenant évaluée conformément à la fiche n°1 relative à la méthodologie de comptage des personnes pour la détermination de la gravité des accidents, de la circulaire du 10 mai 2010.

### 4.3.1. PhD 3 : incendie d'une cellule

L'implantation du bâtiment et l'existence de parois périphériques REI 120 (parois nord-est des cellules 1 et 2, parois sud-ouest des cellules 7 et 8, paroi sud-est de la cellule 6.1) interviennent de manière favorable sur la maîtrise des effets thermiques.

En effet, les flux thermiques sont systématiquement contenus dans notre propriété à l'exception du flux thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> qui dépasse de quelques mètres au nord-est ; les zones impactées étant une terre agricole, nous considérons que la présence humaine est inférieure à 1 personne.

Aucune personne dans les environs ne sera exposée à des concentrations supérieures au SEI des fumées générées lors d'un incendie.

**Le niveau de gravité est de 1.**

### 4.3.2. PhD 3b : incendie de deux cellules

L'implantation du bâtiment et l'existence de parois périphériques REI 120 (paroi sud-ouest de la cellule 8 et paroi sud-est de la cellule 6.1) interviennent de manière favorable sur la maîtrise des effets thermiques.

En effet, les flux thermiques dans le cas des incendies impliquant les cellules 6 et 6.1 et les cellules 8 et 8.1 sont systématiquement contenus dans notre propriété.

Aucune personne dans les environs ne sera exposée à des concentrations supérieures au SEI des fumées générées lors d'un incendie.

**Le niveau de gravité est de 1.**

### 4.3.3. PhD 7 : explosion de la chaufferie

Les zones de danger en cas d'explosion de la chaufferie restent cantonnées dans les limites de propriété.

**Le niveau de gravité est de 1.**

#### 4.3.4. Synthèse

La gravité des différents phénomènes étudiés peut donc être cotée de la façon suivante :

Phénomènes étudiés	Cibles impactées	Gravité (G)
<b>PhD 3.1</b> : incendie d'une cellule Effets thermiques	Effets irréversibles (Z2) dépassant au nord-est dans une zone agricole	1
<b>PhD 3.1b</b> : incendie de deux cellules – Effets thermiques	Aucune, les flux thermiques ne dépassant pas les limites de propriété	1
<b>PhD 3.2</b> : incendie d'une cellule Dispersion des fumées d'incendie	Aucune, la SEI et la SEL ne sont pas rencontrées au sol.	1
<b>PhD 3.2b</b> : incendie de deux cellules Dispersion des fumées d'incendie	Aucune, la SEI et la SEL ne sont pas rencontrées au sol.	1
<b>PhD 3.3</b> : incendie d'une cellule Déversement des eaux d'extinction d'incendie	Aucune	*
<b>PhD 7</b> : explosion de la chaufferie	Pas d'effet Z1 ou Z2 à l'extérieur du site	1

Tableau 13 : cotation de la Gravité (ADR)

*\* le déversement d'eau incendie n'a pas de conséquence sur les personnes et n'entre pas dans la cotation de la gravité. On notera cependant qu'il n'y a pas d'effet hors site vu l'organisation des rétentions quelle que soit la cellule initiant l'incendie.*

## 4.4. Evaluation de la probabilité des phénomènes étudiés

L'évaluation de la probabilité d'occurrence des phénomènes étudiés tient compte des Mesures de Maîtrise de Risques (MMR) mises en place.

Une MMR est constituée d'un ensemble d'éléments techniques nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité apte à :

- prévenir ou limiter l'occurrence de l'événement redouté,
- diminuer les conséquences de l'événement redouté,
- contrôler une situation dégradée en s'opposant à l'enchaînement de la séquence accidentelle.

Les fonctions de sécurité peuvent être assurées par :

- des barrières techniques de sécurité,
- des barrières humaines (barrières organisationnelles),
- la combinaison de barrières techniques et organisationnelles (ex : utilisation d'un extincteur).

Une même fonction de sécurité peut être assurée par plusieurs barrières de sécurité.

Un dispositif de sécurité peut être :

- **passif**, s'il ne met en jeu aucun système mécanique pour remplir sa fonction et ne nécessite ni action humaine, ni action d'une mesure technique, ni source d'énergie externe pour remplir sa fonction. Exemple : cuvette de rétention, mur coupe-feu...
- **actif**, s'il met en jeu des dispositifs mécaniques pour remplir sa fonction. Exemple : soupape de sécurité, clapet anti-retour...

La méthode des nœuds papillons qui fusionne l'arbre des causes et l'arbre des événements autour d'un événement redouté central permet de visualiser les barrières de sécurité.

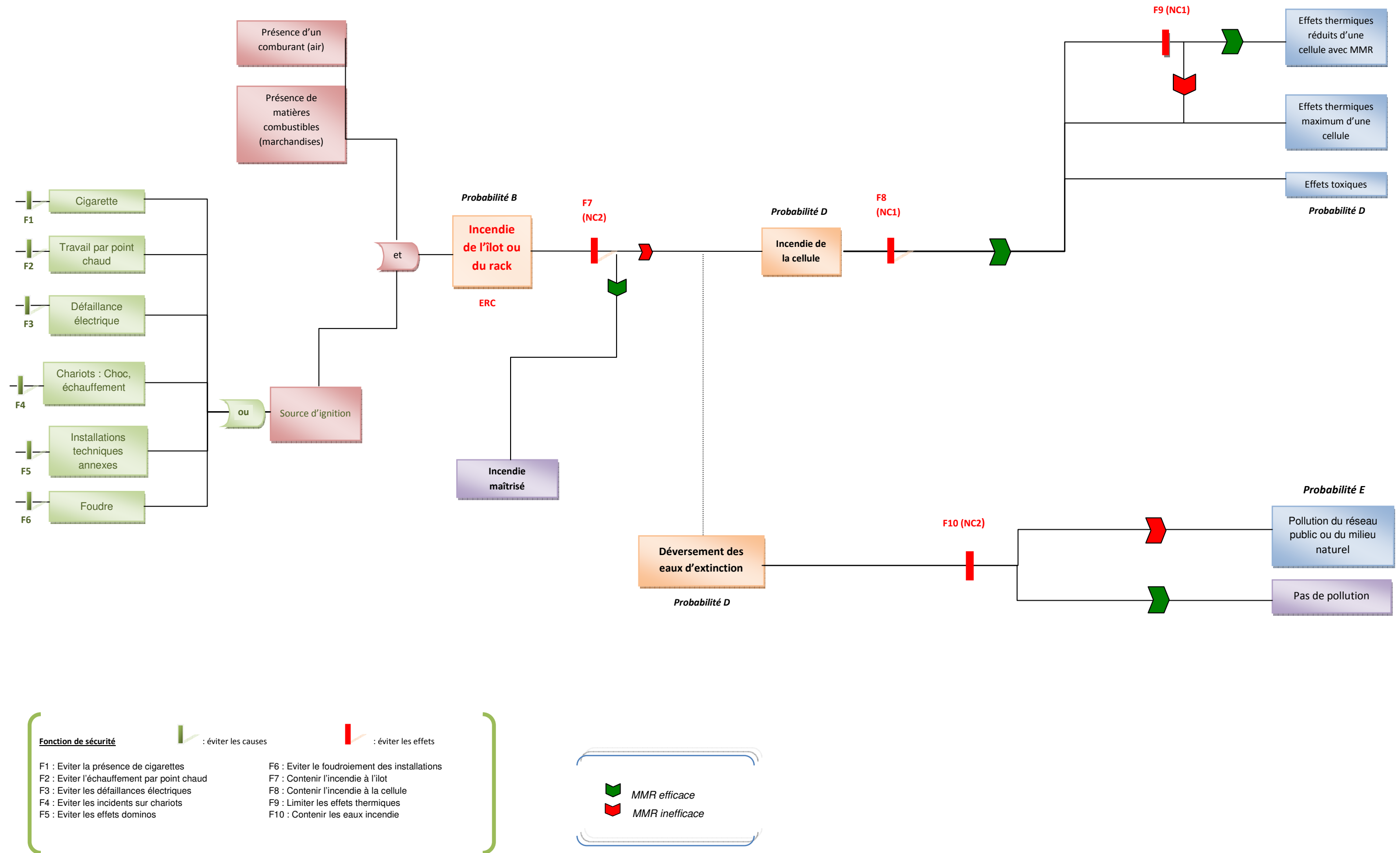
#### 4.4.1. PhD 2 : incendie d'une cellule de stockage

➡ Voir diagramme « papillon » incendie ci-après.

##### 4.4.1.1. Fonctions de sécurité : élément de prévention

Ces éléments permettent d'éviter un départ de feu.

F1	Eviter les cigarettes	: interdiction de fumer dans les locaux, consignes, affichages
F2	Eviter l'échauffement dû aux travaux par points chauds	: consignes, permis de feu
F3	Eviter les défaillances électriques	: entretien, maintenance
F4	Eviter les échauffements dus aux chariots	: entretien, maintenance, formation des caristes
F5	Prévenir les effets dominos dus aux installations techniques et process annexes	: isolements des locaux techniques des zones de stockage
F6	Prévenir les effets de la foudre	: protection foudre du bâtiment (paratonnerre, mise à la terre, etc.)



#### 4.4.1.2. MMR : élément de protection contre l'incendie et ses effets

NB : conformément à la fiche n°7 relative aux Mesures de Maîtrise des Risques de la circulaire du 28/12/2006, les barrières de sécurité fondées sur des interventions humaines internes ne sont pas retenues comme MMR du fait de l'absence possible de personnel pendant les heures de fermeture. Seules les interventions humaines de la part d'un tiers par rapport à l'exploitant sont retenues et permettent de réduire la probabilité de deux classes (niveau de confiance 2).

Les MMR retenues sont :

**F7 : Éviter la propagation de l'incendie de l'îlot à la cellule en détectant, en limitant, ou en supprimant le plus rapidement possible le départ de feu.**

En dehors de l'intervention humaine (utilisation de RIA ou d'extincteurs) qui ne sont pas pris en compte, cette fonction est assurée par l'installation sprinkler, décomposée comme suit :

Éléments techniques de sécurité		Temps de réponse	Efficacité	Maintenance et testabilité	Niveau confiance
Extinction automatique d'incendie	Têtes	Rapide	NF S62-210 et agréé NFPA ou APSAD	- Essais hebdomadaires et entretien annuel des groupes moto-pompes	<b>NC2</b>
	Moto-pompes			- Contrôles des batteries et des niveaux des réserves d'eau et du fioul domestique,	
	Réserves d'eau			- Entretien annuel des postes de contrôles - Entretien triennal des postes et des sources - Intervention d'un organisme agréé	

La propagation de l'incendie de l'îlot ou du rack peut être évitée par l'installation de sprinklage. Concernant le système de sprinklage, le document de l'Institut pour une Culture de Sécurité Industrielle « Résumé des travaux : Groupe de travail : Fréquence des événements initiateurs d'accidents et disponibilité des barrières de protection et de prévention (Version du 11 Juillet 2006) » donne une probabilité de défaillance à la sollicitation d'un dispositif d'extinction fixe de  $1.10^{-2}$ /sollicitation (1 défaillance pour 100 sollicitations), soit un niveau de confiance de 2.

**Le niveau de confiance retenu pour cette MMR est 2.**

## F8 : Contenir l'incendie à une seule cellule

Cette fonction est assurée d'une part par des dispositifs passifs (murs REI), d'autre part par des éléments actifs (désenfumage, portes EI) et par l'intervention des pompiers.

Pour que le phénomène dangereux « incendie généralisé d'une cellule » se transforme en phénomène dangereux « propagation de l'incendie aux cellules voisines », il faut que les murs REI 240 s'effondrent en moins de deux heures, c'est-à-dire, d'une part que le système d'extinction automatique soit défaillant, d'autre part que les murs REI 240 soient défaillants et qu'aucune intervention ne se fasse durant plus de 4 heures. Le maintien de l'incendie dans la cellule est assuré par deux dispositifs de sécurité mis en œuvre de façon concomitante : l'intervention des services d'incendie et de secours et la présence des murs et portes coupe-feu séparatifs.

Le niveau de confiance de cette mesure correspond au niveau de confiance le plus bas de chacun des deux dispositifs constitutifs de la fonction « maintien de l'incendie dans la cellule », soit l'intervention humaine. D'après la fiche n°7 de la circulaire du 10 mai 2010 sur les « Mesures de maîtrise des risques fondées sur une intervention humaine », le niveau de confiance maximal de ces mesures (compartimentage et écrans thermiques) est de 1.

Le système de désenfumage associé à un niveau de confiance 2 intervient également dans la fonction F8 : limiter la propagation de l'incendie, mais comme le niveau de confiance du compartimentage vaut 1, la fonction F8 a un niveau de confiance global de 1 (le niveau de confiance le plus faible est retenu).

Éléments techniques de sécurité		Temps de réponse	Efficacité	Maintenance et testabilité	Niveau confiance
Système de désenfumage		Immédiat	Réglementation	- Tests de déclenchement - Vérification annuelle des cartouches et de l'ouverture par canton	<b>NC2</b>
Compartimentage	Murs séparatifs REI 120 et REI 240	Non concerné	APSAD R15	- Contrôles visuels de l'intégrité des murs et des portes - Vérifications périodiques des portes - Procédure de vérification périodique - Sprinkler testé hebdomadairement (cf. ci-avant)	<b>NC1</b>
	Portes EI2 120 C (doublées dans les murs REI 240)	Rapide	APSAD R16		
	Détection incendie assurée par le sprinkler	Rapide	NF S62-210 et agréé NFPA ou APSAD		



Intervention des services de secours (SDIS) < 2h00	Donner l'alerte	Alerte : 1 à 5 min	Présence humaine (personnel + gardien) Télésurveillance complémentaire	Exercices incendies Essai périodique	NC2
	Intervention des services de secours	Intervention des secours : entre 30 et 60 minutes	Professionnels formés au risque incendie		
	Poteaux incendie	1 à 3 minutes	NF S 62-200	Essais périodiques Exercices incendies	NC2
	Réserve d'eau incendie 600 m <sup>3</sup> + aires d'aspiration	1 à 3 minutes	Norme pompier	Essais périodiques Contrôle Exercices incendies	NC2
	Colonnes d'arrosage en toiture	1 à 3 minutes	Norme APSAD	Essais périodiques Contrôle des colonnes Exercices incendie	NC2

**Le niveau de confiance retenu pour cette MMR est 1.**

#### F9 : Limiter les effets thermiques

Cette fonction est assurée par les parois REI 120 en façades nord-est, sud-ouest et par l'écran thermique en façade sud-est de la cellule 6.1.

Éléments techniques de sécurité	Temps de réponse	Efficacité	Maintenance et testabilité	Niveau confiance
Écrans thermiques	Non concerné	PV de réception	- Contrôles visuels de l'intégrité des écrans - Procédure de vérification périodique - Intervention d'un organisme agréé	NC1

**Le niveau de confiance retenu pour cette MMR est 1.**

#### F10 : Contenir les eaux d'extinction sur site

Cette fonction est assurée par la présence de capacités de rétention suffisantes (éléments passifs) et par le déclenchement automatique de la vanne située entre les deux bassins (élément actif).

Le dispositif de rétention des eaux d'incendie a été associé à un niveau de confiance 2 en suivant les recommandations du document BADORIS – Cuvette de rétention – DRA-09-103202-11979 A de Juin 2010.

Éléments techniques composants la MMR	Temps de réponse	Efficacité	Maintenance et testabilité	Niveau confiance
Rétention des eaux d'extinction incendie	Non concerné	Rétention dimensionnée pour les besoins en eaux incendie selon le guide pratique D9A	- Contrôle visuel de l'intégrité et de l'étanchéité des rétentions : membrane du bassin étanche, dalle de l'entrepôt et sol des cours camions	NC2
Vanne d'isolement automatique et manuelle du réseau pluvial	Rapide	Vanne conforme à la réglementation en vigueur	- Contrôle hebdomadaire du fonctionnement de la vanne lors des essais sprinkler - Vérification périodique de la vanne par un organisme agréé	NC2

**Le niveau de confiance retenu pour cette MMR est 2.**

#### 4.4.2. PhD 6 : explosion de la chaufferie

➡ voir diagramme « papillon » explosion ci-après.

##### 4.4.2.1. Fonctions de sécurité : élément de prévention

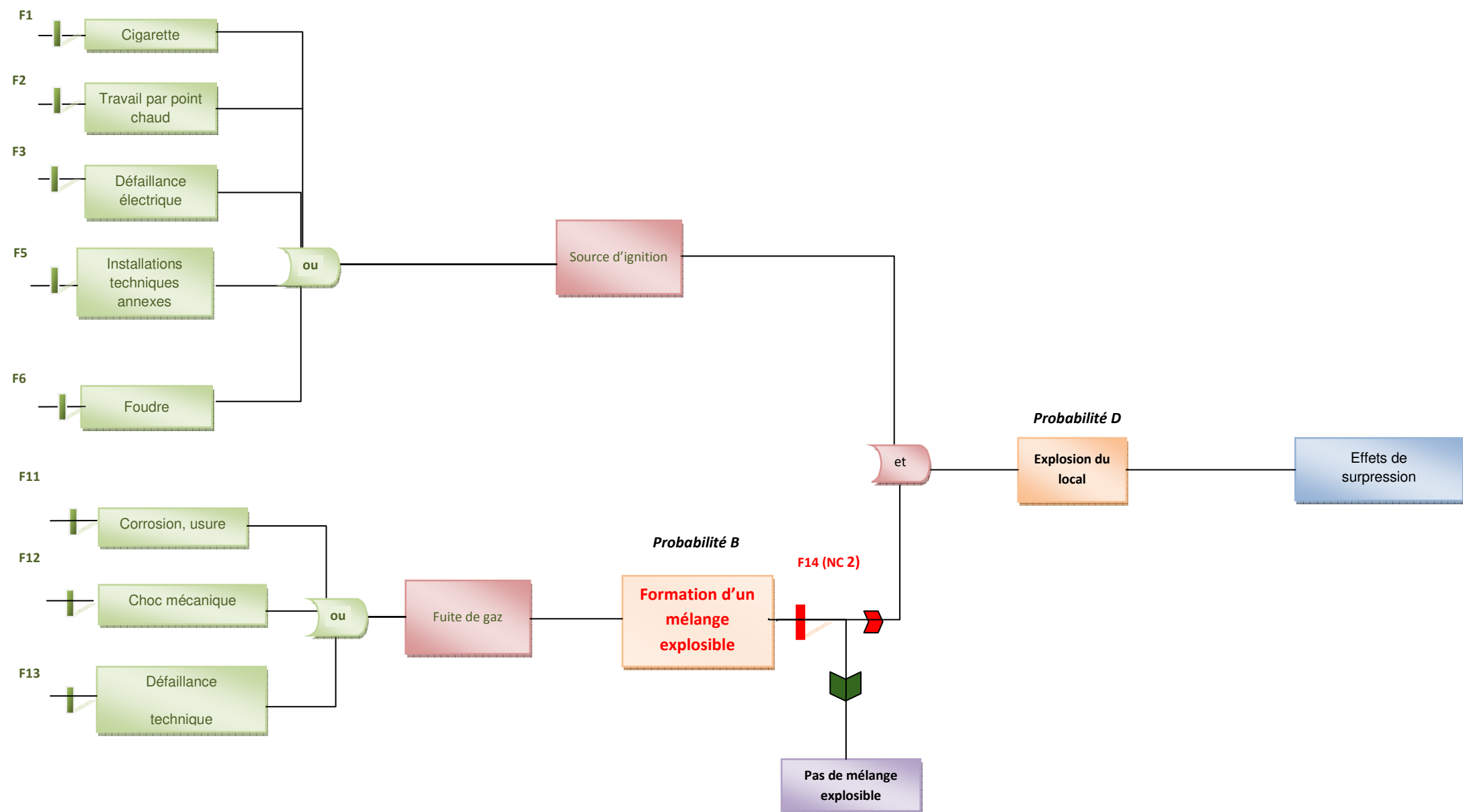
F11	Limiter l'usure du matériel	: choix des matériaux, entretien, maintenance
F12	Eviter les chocs	: enterrement des canalisations, identification des canalisations, position haute de la canalisation de gaz dans la chaufferie, procédures d'intervention
F13	Eviter les dysfonctionnements techniques	: entretien, maintenance

##### 4.4.2.2. MMR : élément de protection contre l'explosion

##### F14 : Eviter la formation d'un mélange explosible

Le mélange explosible se crée lorsque la concentration en gaz est comprise entre la limite inférieure (LIE) et la limite supérieure d'explosivité (LSE).

Les moyens de prévention vont donc viser à éviter que la concentration en gaz atteigne la LIE. Pour cela, l'alimentation en gaz doit être coupée et le local aéré afin de diminuer au plus vite la concentration en gaz.



**Fonction de sécurité**

<p> : éviter les causes</p> <p>F1 : Eviter la présence de cigarettes          F2 : Eviter l'échauffement par point chaud          F3 : Eviter les défaillances électriques          F5 : Eviter les effets dominos          F6 : Eviter le foudroiement des installations</p>	<p> : éviter les effets</p> <p>F11 : Limiter l'usure du matériel          F12 : Eviter les chocs          F13 : Eviter les défaillances          F14 : Eviter l'accumulation de gaz</p>
---	---

MMR efficace  
 MMR inefficace

Diagramme « papillon » : explosion

Éléments techniques composants la MMR		Temps de réponse	Efficacité	Maintenance et testabilité	Niveau confiance
Détecteurs de gaz et pressostat couplés aux deux électrovannes d'alimentation en combustible	Détecteur de gaz	Rapide	Conforme à la réglementation en vigueur et suivant norme NF P 52-203	Vérifications et tests périodiques	NC 2
	Pressostat				
	Transmission du signal				
	Fermeture de l'alimentation de gaz grâce à une des deux électrovannes				
Ouvertures en partie haute et basse assurant l'aération		Non concerné	Dimensionnées en fonction du besoin	Vérifications périodiques	NC 2

**Le niveau de confiance retenu pour cette MMR est 2.**

#### 4.4.3. Conclusion de l'ADR

L'Analyse Détaillée des Risques a permis de déterminer la gravité et la probabilité des phénomènes dangereux comme suit :

Phénomènes dangereux redoutés	Gravité	Probabilité
PhD 3.1 : incendie d'une cellule – effets thermiques	1	D
PhD 3.2 : incendie d'une cellule – dispersion des fumées	1	D
PhD 3.3 : incendie d'une cellule – dispersion des eaux d'extinction	/	E
PhD 3b.1 : incendie de deux cellules – effets thermiques	1	E
PhD 3b.2 : incendie de deux cellules – dispersion des fumées	1	E
PhD 7 : explosion de la chaufferie	1	D

Ces phénomènes dangereux peuvent alors être replacés dans la grille de criticité :

<b>Gravité</b>	5 Désastreux					
	4 Catastrophique					
	3 Important					
	2 Sérieux					
	1 Modéré	PhD 3b.1 PhD 3b.2	PhD 3.1 PhD 3.2 PhD 7			
		<b>E</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
		<b>Probabilité</b>				

Tableau 14 : grille de criticité

La mise en place de différentes mesures compensatoires a permis de réduire la gravité et la probabilité des phénomènes dangereux pouvant être générés par notre activité.

Pour mémoire, le phénomène dangereux PhD 3 « incendie d'une cellule » était coté B3 et est désormais coté D1. L'effet domino possible est le PhD 3b « incendie de deux cellules » qui lui est coté E1.

Le phénomène dangereux PhD 7 était coté B3 et est désormais coté D1.

Les phénomènes dangereux ne présentent pas de risque pour le voisinage même en cas d'accident important sur le site.

## 4.5. Evaluation de la cinétique des phénomènes étudiés

Rappel (définition de l'article 8 de l'arrêté du 29/09/2005) : la cinétique de déroulement d'un accident est qualifiée de lente, dans son contexte, si elle permet la mise en œuvre de mesures de sécurité suffisantes, dans le cadre d'un plan d'urgence externe, pour protéger les personnes exposées à l'extérieur des installations objet du plan d'urgence avant qu'elles ne soient atteintes par les effets du phénomène dangereux.

L'étude de la cinétique des accidents permet de vérifier l'adéquation entre la cinétique et les moyens d'intervention mis en place.

En effet, dans le cas d'un phénomène immédiat, il ne sera pas possible d'évacuer les personnes. Il faudra donc éviter la présence de personnes dans les zones de dangers (Z1 et Z2).

Dans le cas de phénomène rapide, l'évacuation des personnes doit être possible avant le développement du phénomène. Aussi, l'alerte et l'intervention des secours sont possibles et efficaces. Le tableau ci-dessous fait le bilan de la cinétique des phénomènes dangereux.

PhD	Cinétique	Moyens intervention	Délai de mise en œuvre	Délai d'évacuation
<b>PhD 3 :</b> Incendie d'une cellule	<b>Rapide</b> Montée en puissance estimée entre 20 et 40 minutes	Sprinklage RIA –extincteurs Poteaux incendie et réserve incendie Colonnes d'arrosage	Immédiat ≈ 1 à 5 min ≈ 30 à 60 min ≈ 30 à 60 min	Moins de 5 min
<b>PhD 7 :</b> Explosion de la chaufferie	<b>Très rapide</b> Montée en puissance immédiate	--	--	--

Tableau 15 : cinétique des phénomènes étudiés

Dans le cas d'un incendie, le délai d'évacuation du personnel est suffisamment rapide pour s'effectuer avant la phase critique de développement du sinistre. De même, l'alerte aux secours extérieurs et aux voisins éventuels est possible avant la montée en puissance de l'incendie.

Dans le cas de l'explosion de la chaufferie, le phénomène est instantané et il n'est pas possible d'évacuer les personnes. Les zones de dangers ne touchent aucune zone occupée par des tiers.

Les moyens de prévention mis en place et les dispositions constructives choisies sont compatibles avec la cinétique des phénomènes étudiés.

## 5. Rappel des mesures prises pour assurer la sécurité

Ce chapitre fait la synthèse de moyens de protection et de prévention présents sur le site.

### 5.1. Structure, compartimentage

La structure du bâtiment offre une stabilité au feu d'une heure avec des poteaux et des poutres en béton.

Les cellules seront séparées par des murs coupe-feu REI 240 à l'exception des parois séparatives entre les cellules 6 et 6.1 et entre les cellules 8 et 8.1 qui seront REI 120.

Les murs REI dépasseront d'un mètre en toiture au droit du franchissement et un retour latéral d'1 mètre de longueur, perpendiculaire à chaque mur, sera disposé en façade.

Les portes équipant les ouvertures des murs REI 240 seront EI2 120 C et doublées (une porte de chaque côté de la paroi). Leur fermeture sera asservie au sprinkler qui fera office de détection incendie. Dans les murs REI 120, il n'y aura qu'une seule porte EI2 120 C asservie également à la détection incendie.

Le bloc bureaux/locaux sociaux sera séparé de l'entrepôt par un mur REI 120 toute hauteur (13,9 mètres de haut).

Les deux locaux de charge seront séparés de l'entrepôt par des parois REI 120 dépassant au moins d'1 mètre leur toiture et par des portes EI2 120 C asservies à la détection incendie. Les murs extérieurs seront REI 120. Les ateliers de maintenance des chariots mitoyens des locaux de charge seront construits de la même façon.

La chaufferie, les locaux électriques et le local sprinkler seront construits avec des murs et des plafonds REI 120.

Les façades nord-est et sud-ouest ainsi que la façade sud-est de la cellule 6.1 seront REI 120. Les cuves d'eau destinées à la protection incendie seront protégées par un mur REI 120 toute hauteur et de 18 mètres de large à l'angle nord de la cellule 5.



## 5.2. Toiture, désenfumage, cantonnement

La toiture sera constituée d'un bac acier avec isolation et étanchéité. La structure de la toiture répondra à la classe de résistance au feu B<sub>Roof</sub> (t3). De part et d'autre des parois REI 240 et REI 120 séparant les cellules de stockage seront disposées des bandes de protection incombustible (type paxalu) de 5 mètres de large. Alternativement à ces bandes de protection, des rampes d'aspersion d'eau seront placées le long des parois séparatives REI 240.

L'éclairage zénithal sera assuré par des dômes fixes complétés par des exutoires de fumées ou fumidômes à ouverture automatique et manuelle. La surface utile des fumidômes sera de 2%. Ces exutoires et dômes d'éclairage ne seront pas situés à moins de 7 mètres des parois REI entre cellules. Ils seront réalisés en matériaux ne produisant pas de gouttes enflammées en cas d'incendie.

Des cantons de désenfumage de moins de 1 650 m<sup>2</sup> éviteront la dispersion des gaz chauds et des fumées en cas d'incendie. Ils seront constitués de retombées sous toiture en matériaux incombustibles (A2 s1 d0) d'1 mètre de hauteur et seront DH 30.

Les amenées d'air seront assurées par les portes de quais. Ces amenées d'air doivent être au moins égales à la superficie de désenfumage du plus grand canton présent dans la cellule, soit 33 m<sup>2</sup> au maximum dans les cellules 1 à 8. Les portes de quai mesureront 3 x 3,5 = 10,5 m<sup>2</sup>. L'ouverture de quatre portes de quai par cellule sera donc suffisante.

Les cellules 6.1 et 8.1 ont une superficie inférieure à 1 650 m<sup>2</sup> (864 m<sup>2</sup> exactement). Elles constituent donc à elles toutes seules un canton de désenfumage. Les amenées d'air frais doivent avoir une superficie de 2% x 864 = 17,28 m<sup>2</sup>. Les cellules 6.1 et 8.1 auront chacune une porte de quai de 3 x 3,5 m, soit 10,5 m<sup>2</sup>, et une porte sectionnale de 4 x 4,5 m, soit 18 m<sup>2</sup>. La superficie d'amenée d'air frais sera en conséquence supérieure au minimum requis.

## 5.3. Moyens de lutte incendie

### 5.3.1. Moyens internes

Le bâtiment sera équipé d'un système d'extinction automatique (sprinkler) de type ESFR et conforme à la norme NFPA. Ce système sera alimenté à partir de deux cuves de 800 m<sup>3</sup> (une en secours de l'autre). Il sera rempli initialement au moyen du réseau d'eau potable. Le niveau d'eau sera maintenu à son niveau maximal par remplissage ponctuel toujours à partir du réseau d'eau potable. Toutefois, en cas de sinistre, la cuve ne se remplirait pas au fur et à mesure qu'elle se vide.

Le système sera équipé de têtes de sprinklage installés sous la toiture de l'entrepôt, au-dessus des racks. Il sera adapté dans la cellule 6.1 pour le stockage de substances inflammables avec, si nécessaire d'après l'examen qui sera mené par la société apéritrice, des têtes de sprinklage en rack et l'utilisation d'un additif type émulseur.

Un Réseau Incendie Armé (RIA) équipé de lances sera disponible au niveau des zones de stockage. Les dispositions seront prises pour que chaque point d'une cellule puisse être attaqué par deux lances en simultané.

Des extincteurs seront répartis dans tous les locaux. Leur nombre et leur nature seront déterminés en fonction des risques selon les règles en vigueur.

### **5.3.2. Moyens externes**

#### **Réseau incendie**

Des poteaux incendie seront répartis à l'extérieur en périphérie du bâtiment en respectant la distance de 100 mètres imposée à partir de chaque accès au bâtiment et une distance de 150 mètres entre deux poteaux, cette distance étant mesurée en chemin praticable aux engins de secours.

Ils seront alimentés par le réseau d'eau incendie interne autonome. Ce réseau puisera l'eau dans une cuve aérienne de 900 m<sup>3</sup> associée à un surpresseur. Cette cuve sera située à proximité des deux cuves sprinkler.

Le débit d'eau devant être égal à 480 m<sup>3</sup>/h durant deux heures, l'équivalent de 960 m<sup>3</sup> doit être installé. Sur les 900 m<sup>3</sup> de la cuve, 360 sont destinés à l'alimentation des poteaux incendie. Il manque 600 m<sup>3</sup> pour couvrir le besoin ; une réserve incendie sous forme de bassin aérien sera aménagé dans la partie sud-est du terrain, en face de la cellule 6. Le service de secours aura à sa disposition 5 aires de stationnement de 8 x 4 mètres devant le bassin aérien, chaque aire étant munie d'une canne d'aspiration plongeant dans le bassin. Ces aires seront matérialisées par une peinture au sol avec la mention « Aire réservée aux pompiers – Ne pas stationner ».

Les sources d'eau étant différenciées entre le réseau sprinkler et les poteaux incendie, l'utilisation d'un de ces moyens de protection incendie ne modifiera pas le débit et la pression de l'autre. Le réseau d'eau incendie interne alimentant tous nos poteaux sera maillé. Au droit de chaque poteau incendie, une aire de stationnement pour les engins est prévue. Elle répondra aux exigences de l'article 3.3.2 de l'arrêté du 11/2017 :

- la largeur utile est au minimum de 4 mètres, la longueur au minimum de 8 mètres, la pente est comprise entre 2 et 7 % ;
- elle comporte une matérialisation au sol ;
- elle est située à 5 mètres maximum du point d'eau incendie ;
- elle est maintenue en permanence entretenue, dégagée et accessible aux services d'incendie et de secours ;
- l'aire résiste à la force portante calculée pour un véhicule de 320 kN avec un maximum de 130 kN par essieu, ceux-ci étant distants de 3,6 mètres au minimum.

#### **Colonnes d'arrosage en toiture**

Des colonnes sèches avec des rampes d'aspersion seront mises en place sur la partie horizontale des murs REI 240 émergents en toiture afin de renforcer leur protection. Ces rampes seront alimentées en eau à partir de la canalisation alimentant les poteaux incendie. Huit colonnes verticales alimenteront les rampes d'aspersion en toiture : une pour chaque mur séparatif entre cellules et deux pour la dorsale. Le bloc bureaux/locaux sociaux ne permettant pas de placer la colonne verticale au droit de la dorsale sur la façade sud-ouest, cette dernière sera décalée sur un des deux côtés dudit bloc.

Le service de secours, en fonction de la localisation du foyer à combattre, manoeuvrera les vannes sur la canalisation d'eau incendie pour alimenter les rampes d'aspersion désirées. Les vannes seront protégées sous des plaques de voirie, aisément soulevables et indiquées par une signalétique verticale.

Le débit d'alimentation des rampes d'aspersion sera de 10 l/min/ml (norme APSAD). Le cas le plus défavorable étant l'incendie d'une des cellules, 3, 4, 5 ou 6 car le linéaire vaut  $(114,5 \times 2) + (103,4 \times 2) = 435,8$  ml. Le système est alimenté pendant 2 heures, soit un volume de 523 m<sup>3</sup>. Ce volume d'eau sera disponible dans la cuve de 900 m<sup>3</sup> fournissant les 360 m<sup>3</sup> nécessaires sur les poteaux. Le volume de la cuve sera légèrement excédentaire car  $360 + 523 = 883 < 900$ .

La canalisation de distribution d'eau aux poteaux et aux rampes d'aspersion sera maintenue sous pression mais sans dépasser 8 bar de pression au niveau de chaque poteau y compris si les rampes d'aspersion en toiture ne sont pas utilisées.

## 5.4. Accès des secours

L'accès principal pour les engins de secours sera l'entrée des PL. De là, les secours auront accès à toutes les façades du bâtiment par une voie stabilisée de 6 mètres de large et les cours camions. Cet accès sera ouvrable à tout instant grâce à la présence permanente d'un gardien.

Les pompiers auront à leur disposition deux autres accès spécifiques « pompiers » : un dans la partie sud du terrain débouchant en face des cellules 6 et 8 et un dans la partie nord du terrain débouchant en face de la cellule 1.

La voie stabilisée de 6 mètres de large répondra aux exigences de l'arrêté ministériel du 11/04/2017 :

- la largeur utile est au minimum de 6 mètres, la hauteur libre au minimum de 4,5 mètres et la pente inférieure à 15 % ;
- dans les virages, le rayon intérieur R minimal est de 13 mètres. Une surlargeur de  $S = 15/R$  mètres est ajoutée dans les virages de rayon intérieur R compris entre 13 et 50 mètres ;
- la voie résiste à la force portante calculée pour un véhicule de 320 kN avec un maximum de 130 kN par essieu, ceux-ci étant distants de 3,6 mètres au minimum ;
- chaque point du périmètre du bâtiment est à une distance maximale de 60 mètres de cette voie ;
- aucun obstacle n'est disposé entre la voie « engins » et les accès au bâtiment, les aires de mise en station des moyens aériens et les aires de stationnement des engins.

Des aires de stationnement « échelle », développant 10 mètres de long sur 7 mètres de large, seront disposées au droit de chaque extrémité des parois séparatives REI 240 entre cellules. Leur vacuité sera garantie par marquage au sol. Ces aires de stationnement sont conçues pour que les pompiers interviennent à pied sec y compris si les eaux d'extinction d'incendie commencent à remplir les cours camions.

Elles répondront aux exigences de l'article 3.3.1 de l'arrêté du 11/04/2017 :

- la largeur utile est au minimum de 7 mètres, la longueur au minimum de 10 mètres, la pente au maximum de 10% ;
- elle comporte une matérialisation au sol ;
- aucun obstacle aérien ne gêne la manœuvre de ces moyens aériens à la verticale de cette aire ;
- la distance par rapport à la façade est de 1 mètre minimum et de 8 mètres maximum\* ;
- elle est maintenue en permanence entretenue, dégagée et accessible aux services d'incendie et de secours.
- l'aire résiste à la force portante calculée pour un véhicule de 320 kN avec un maximum de 130 kN par essieu, ceux-ci étant distants de 3,6 mètres au minimum et présente une résistance au poinçonnement minimale de 88 N/cm<sup>2</sup>.

*\* : l'aire échelle au droit de l'extrémité de la dorsale REI 240 en façade sud-ouest sera située devant le bloc bureaux/locaux sociaux, à plus de 8 mètres de la façade de l'entrepôt proprement dit. De même, l'extrémité du mur séparatif entre la cellule 3 et la cellule 5 ne sera pas pourvue d'une aire échelle à cause de la présence du local sprinkler et des trois cuves d'eau. La présence de colonnes d'arrosage en toiture permet de pallier à ces deux absences.*

A leur arrivée sur site, le portail aura été préalablement ouvert par le gardien présent qui sera capable d'informer rapidement le chef d'intervention sur la situation : type de sinistre, localisation, personnel évacué, vanne d'isolement en position fermée, etc.

## 5.5. Réentions

### 5.5.1. Eaux d'extinction d'un incendie

#### Grande cellule

L'objectif est de contenir 2 927 m<sup>3</sup> sur le site pour éviter toute pollution du milieu naturel.

Pour cela, une rétention générale a été imaginée en additionnant les capacités de stockage offertes par le dallage de l'entrepôt, par le bassin étanche, par les canalisations enterrées d'eaux pluviales de voirie et par les deux cours camions.

Le volume disponible est au minimum de 2 963 m<sup>3</sup>, amplement suffisant pour couvrir les besoins.

#### Cellules 6.1 et 8.1

Ces deux cellules seront munies d'avaloirs intégrés dans leur dallage reliés à une canalisation enterrée qui évacuera les effluents dans deux bassins étanches et distincts de 930 m<sup>3</sup>, certains produits stockés étant incompatibles chimiquement. Ces deux bassins étanches seront vidangeables au moyen d'une vanne manuelle dans le bassin étanche des eaux de voirie. Ces deux vannes manuelles resteront en position fermée en fonctionnement normal.

### 5.5.2. Locaux de charge

Le sol des deux locaux de charge et les murs sur une hauteur d'un mètre seront recouverts d'une peinture anti-acide qui évitera toute infiltration d'acide en cas d'incident. Le sol, légèrement en pente, dirigera les écoulements éventuels vers un regard borgne où ils seront récupérés.

### 5.5.3. Local sprinkler

La cuve de fioul domestique (1 000 l) sera en rétention ou sera une cuve à double peau.

## 5.6. Prévention des risques d'explosion

### 5.6.1. Locaux de charge

Les locaux de charge seront équipés d'une extraction mécanique avec apport d'air neuf au moyen d'une grille en partie basse. Si un extracteur est défaillant et provoque un arrêt de ventilation, alors la charge des batteries sera interrompue.

Aucune charge électrique d'accumulateurs ne sera possible tant que l'extraction ne fonctionnera pas correctement.

### 5.6.2. Chaufferie

La chaufferie sera ventilée par des grilles en partie basse et haute assurant un renouvellement naturel de l'air dans le local.

Elle sera équipée des systèmes de sécurité adaptés :

- Détection de gaz interrompant le fonctionnement du brûleur et l'alimentation de gaz au moyen de deux électrovannes,
- Pressostat sur la canalisation de gaz à l'intérieur des locaux,
- Vanne manuelle de coupure d'arrivée de gaz à l'extérieur des locaux,
- Vanne manuelle de coupure d'arrivée de gaz devant chaque chaudière,
- Arrêt d'urgence électrique (force et lumière) à l'extérieur de la chaufferie.

## 5.7. Surveillance, gardiennage

Le site sera gardienné en permanence (24 heures sur 24 et 7 jours sur 7). Le gardien occupera le poste de garde à l'entrée du site. L'ensemble des systèmes de sécurité sera reporté dans ce local, permettant ainsi au gardien de détecter immédiatement toute anomalie.

Le gardien sera en particulier chargé d'accueillir le service de secours en cas d'intervention.

## 5.8. Organisation des secours

Un plan de secours sera établi après la mise en exploitation du site.

Il comprendra :

- Le schéma d'alerte décrivant les actions à mener à compter de la détection incendie,
- L'organisation de la première intervention face à un incendie,
- Les modalités d'accueil des services d'incendie et de secours en périodes ouvrées ou non ouvrées,
- La justification des compétences du personnel susceptible d'intervenir en cas d'alerte notamment en matière de formations, de qualifications et d'entraînements,
- La chronologie et la durée des opérations nécessaires pour l'accomplissement des opérations.