

Partie 6

ETUDE DES DANGERS

1. Méthodologie.....	187
2. Identification des potentiels de dangers	189
2.1. Produits et procédés	189
2.1.1. Produits recensés sur le site	189
2.1.1.1. Marchandises stockées, emballages	189
2.1.1.2. Produits utilisés dans les installations techniques.....	190
2.1.2. Procédés et équipements.....	191
2.1.3. Pertes d'utilité.....	191
2.1.4. Conclusion.....	193
2.2. Dangers liés à l'environnement humain	193
2.2.1. Voies de circulation	193
2.2.1.1. Transport de matières dangereuses (TMD)	193
2.2.1.2. Voies ferrées.....	193
2.2.1.3. Aéroports – aérodromes.....	193
2.2.2. Intrusion, actes malveillants	194
2.2.3. Accidents liés au voisinage	194
2.3. Dangers liés à l'environnement naturel.....	194
2.3.1. Le risque d'inondation	194
2.3.2. Le risque foudre.....	195
2.3.2.1. Analyse du risque foudre (ARF)	196
2.3.2.2. Étude Technique (ET)	196
2.3.3. Le risque sismique.....	197
2.3.4. Autres phénomènes naturels.....	198
2.4. Accidentologie et retour d'expérience	199
2.4.1. Accidentologie	199
2.4.1.1. Accidents impliquant des stockages de matières combustibles	200
2.4.1.2. Accidents impliquant des accumulateurs et des locaux de charge.....	202
2.4.1.3. Accidents impliquant des chaudières au gaz	202
2.4.2. Conclusions	203
2.4.2.1. Phénomènes mis en évidence	203
2.4.2.2. Moyens de prévention et de protection	203
2.4.3. Retour d'expérience chez ARGAN	204

2.5.	Réduction des potentiels de dangers.....	204
2.5.1.	Mode de stockage et aménagement des cellules	204
2.5.2.	Matériels de sécurité	204
3.	Analyse préliminaire des risques.....	205
3.1.	Identification de la vulnérabilité des cibles	205
3.1.1.	Enjeux internes.....	205
3.1.2.	Enjeux externes.....	205
3.2.	Evaluation de la gravité et de la probabilité	206
3.2.1.	Cotation de la probabilité.....	206
3.2.2.	Cotation de la gravité.....	206
3.2.3.	Grille de criticité	207
3.3.	Synthèse de l'étude préliminaire des risques.....	207
4.	Analyse détaillée des risques (ADR).....	213
4.1.	Modélisation des effets : évaluation de la gravité	213
4.1.1.	Méthodologie	213
4.1.1.1.	Incendie	213
4.1.2.	Seuils d'effets retenus	214
4.2.	Evaluation de l'intensité des effets.....	215
4.3.	Evaluation de la gravité des phénomènes étudiés.....	232
4.3.1.	PhD 2-1 : incendie d'une cellule – effets thermiques	232
4.3.1.	PhD 2b : incendie généralisé à 3 cellules – effets thermiques	233
4.3.1.	PhD 2-1 : incendie d'une cellule – effets toxiques.....	233
4.3.2.	Bilan.....	234
4.4.	Evaluation de la probabilité des phénomènes étudiés.....	234
4.4.1.	PhD 2 : incendie d'une cellule	235
4.4.1.1.	Fonctions de sécurité : élément de prévention.....	235
4.4.1.2.	MMR : élément de protection contre l'incendie et ses effets.....	236
4.4.2.	Conclusion.....	238
4.5.	Evaluation de la cinétique des phénomènes étudiés	239
5.	Rappel des mesures prises pour assurer la sécurité.....	241
5.1.	Structure, compartimentage.....	241
5.2.	Toiture, désenfumage, cantonnement	241
5.3.	Moyens de lutte incendie	242
5.4.	Accès des secours	244
5.5.	Rétentions.....	245
5.5.1.	Rétention des eaux incendie :	245
5.5.2.	Local de charge	245

5.5.3. Local sprinkler et colonnes sèches, local incendie	245
5.6. Prévention des risques d'explosion.....	245
5.6.1. Local de charge	245
5.7. Surveillance, gardiennage.....	246
5.8. Organisation des secours	246

ILLUSTRATIONS

Tableau 1: Dangers liés aux produits	190
Tableau 2 : Dangers liés aux procédés	191
Tableau 3: Dangers liés aux pertes d'utilités	192
Tableau 4 : Dangers liés aux phénomènes naturels	199
Tableau 5: Echelle qualitative de probabilité	206
Tableau 6: Echelle de gravité	206
Tableau 7: Grille de criticité	207
Tableau 8: Analyse préliminaire des risques.....	209
Tableau 9: Classement des phénomènes dangereux (APR)	212
Tableau 10 : Cotation de la Gravité (ADR).....	234
Tableau 11 : Grille de criticité	239
Tableau 12 : Cinétique des phénomènes étudiés	240
Figure 1 : Extrait de la carte de zonage « Sarcey » du PPRI	195
Figure 2 : Cartographie des risques sismiques (information BRGM)	198

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

BUREAU D'ETUDE ICPE



BIGS
165bis, rue de Vaugirard
75015 PARIS

Chargée de projet :
Isabelle RELSTAB

1. Méthodologie

La méthodologie employée dans la présente étude se base sur les recommandations des textes en vigueur ¹et 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 ».

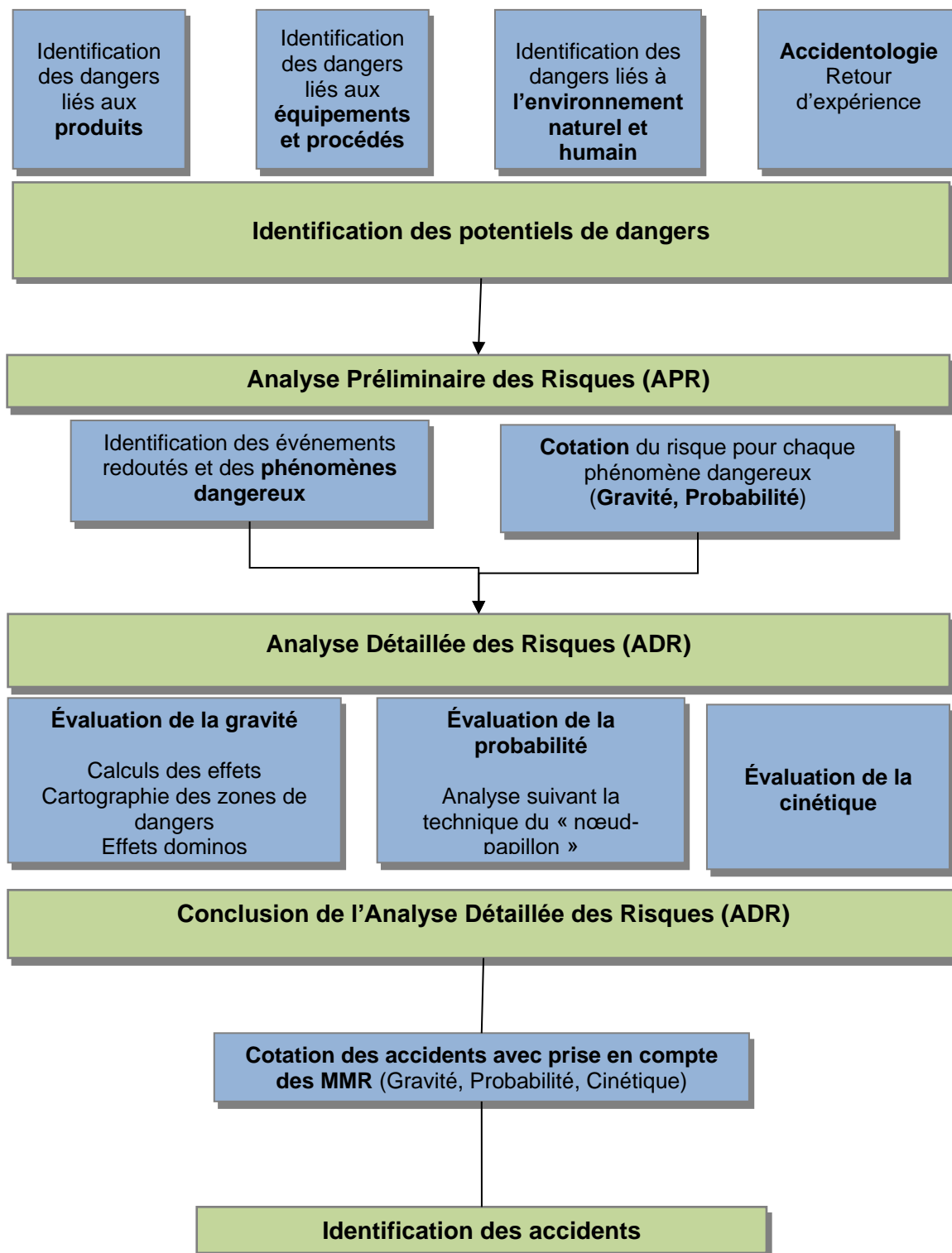
Elle reprend les grandes étapes détaillées dans le schéma de principe donné ci-après.

¹ Arrêté du 04/10/2010 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**

Ce bâtiment sert au stockage de matériels de dialyse et articles associés ainsi que des produits nécessaires au traitement.

Le matériel et les pièces détachées sont constitués de matières plastiques et métalliques.

Les produits de traitement ne présentent pas de risques spécifiques.

Les marchandises présentes sont emballées en cartons puis stockées sur palettes.

2.1.1.2. Produits utilisés dans les installations techniques

- Installation de chauffage/réfrigération

La température des zones de stockage et de préparation est contrôlée. Le chauffage et le rafraîchissement de ces zones sont assurés par des roof-tops positionnés en toiture du bâtiment.

Ces appareils électriques utilisent un fluide non dangereux pour la partie « froid ».

- Sprinkler et installations incendie

Les motopompes du réseau incendie et de l'installation d'extinction automatique (sprinkler) fonctionnent au fioul domestique. Une cuve de 1 m³ alimente chaque motopompe.

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

Dénomination	Utilisation sur site	Composition	Propriétés physiques et chimiques	Risques	Potentiels de dangers
Utilités					
Fioul	Local sprinkler	Hydrocarbures issus de la distillation du pétrole	Liquide Point éclair > 55°C LIE : 0,7% LSE : 5% Densité : 0,8-0,9 Faiblement volatile Non miscible dans l'eau	Liquide inflammable Liquide dangereux pour l'environnement	Explosion Incendie Pollution du sol et des eaux de surface
Fluide frigorigène R407C ou équivalent	Rooftops	1,1,1,2-Tetrafluoroéthane	Gaz liquéfié Densité : 27,78 kg/m ³	Gaz non inflammable Gaz non explosible	Aucun
Marchandises					
Produits combustibles divers	En stock dans l'entrepôt	Divers		Solides combustibles	Incendie
Emballages	En stock dans l'entrepôt	Papier, carton Polyéthylène		Solides combustibles	Incendie
Palettes	En stock dans l'entrepôt	Bois		Solides combustibles	Incendie

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 Défaillance électrique
Transport de palette sur chariot élévateur	Chariots Transpalettes		Renversement de palettes Chute de palettes Écrasement de palettes ou de cartons Défaillance électrique
Stockage	Racks Palettiers		Emballage défectueux Eroulement de rack
Charge des batteries	Batteries Chargeurs	Acide sulfurique Hydrogène	Fuite d'acide Accumulation d'hydrogène
Extinction automatique	Pompes Cuve aérienne	Fioul domestique	Perte de confinement
Réseau incendie	Pompes Cuve aérienne	Fioul domestique	Perte de confinement
Chauffage /climatisation	Rooftops	Fluide frigorigène	Fuite de fluide Arrêt ou dysfonctionnement des rooftops

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 qui suit analyse les potentiels de dangers liés aux pertes d'utilités.

UTILITE	UTILISATION	DEFAILLANCE	SECURITE
Electricité	Alimentation du local de charge	Arrêt de la ventilation Interruption de la charge des batteries	Pas de formation d'hydrogène hors charge
	Alimentation du local sprinkler	Pompe jockey non opérationnelle Dysfonctionnement des sécurités	Pompe diesel démarrée sur batteries Fonctionnement des pompes au fioul
	Alimentation des installations de prévention et protection incendie	Portes coupe-feu Désenfumage Alarme Signalisation des IS Vanne d'isolement	Blocs autonomes sur les issues de secours Batteries autonomes sur les alarmes Activation manuelle des dispositifs de désenfumage Électro-aimant sur les portes coupe-feu (fermeture automatique) Activation manuelle de la vanne d'isolement
Eau	Alimentation Sprinkler	Défaillance du réseau public d'eau potable	Protection hors gel des réseaux Maintenance, surveillance et contrôle des niveaux d'eau Suspension éventuelle des essais en cas de dysfonctionnement pour maintenir le niveau Cuve assurant une réserve indépendante pour 60 min de fonctionnement.
	Alimentation des bornes incendie	Défaillance du réseau public d'eau incendie	Protection hors gel des réseaux Maintenance, surveillance et contrôle des niveaux d'eau Suspension éventuelle des essais en cas de dysfonctionnement pour maintenir le niveau Cuve assurant une réserve indépendante pour 2 heures d'intervention.
	Alimentation des roof-tops	Arrêt des appareils	Sans objet
Fioul domestique	Alimentation des pompes sprinkler et incendie	Groupe sprinkler ou motopompe non opérationnel	Procédure de contrôle des niveaux de fioul domestique Entretien, maintenance des motopompes
Réseau téléphonique	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

Plusieurs 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 ou inflammable de la majorité des marchandises concernées,
- risque **d'explosion** lié à la formation d'hydrogène dans le local de charge,
- risque de **déversement** de fioul au niveau du local sprinkler et du local incendie.

2.2. Dangers liés à l'environnement humain

2.2.1. Voies de circulation

2.2.1.1. Transport de matières dangereuses (TMD)

Le terrain sera directement desservi par la RD67. A partir de cet axe, les véhicules, et particulièrement les poids-lourds pourront rejoindre la nationale 7.

A notre connaissance, et au vu des activités exercées par le voisinage, il ne circule pas de quantités importantes de produits dangereux sur cette route.

Il n'y a donc pas de risque lié au transport de matières dangereuses dans notre secteur.

2.2.1.2. Voies ferrées

Il n'y a pas de voie ferrée à proximité immédiate du site. La voie SNCF reliant Lyon à Roanne passe à environ 800 m au sud du terrain d'assiette écartant tout risque pour notre établissement.

2.2.1.3. Aéroports – aérodromes

Il n'y a pas d'aérodrome à proximité du terrain d'assiette.

Il n'y a pas de risque particulier lié au trafic aérien dans le secteur.

2.2.2. Intrusion, actes malveillants

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

- Le bâtiment est entièrement entouré par une clôture en treillis soudé de 2 mètres de hauteur.
- L'entrée du parking VL dispose d'un contrôle des entrées par un système à badges qui actionne des barrières levantes.
- Les poids-lourds accèdent au site après contrôle par interphone et ouverture du portail d'entrée qui est fermé en permanence.
- En dehors des heures de présence du personnel, un système de télésurveillance avec report d'alarme est mis en place.

2.2.3. Accidents liés au voisinage

Il n'y a pas d'activité industrielle à proximité de notre terrain pouvant présenter un risque pour nos installations ou notre personnel.

Il n'y a pas de PPRT (Plan de Prévention des Risques Technologiques) sur la commune de Sarcey ou les communes voisines pouvant affecter notre terrain.

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 terrain est situé en zone blanche du PPRI de la Brévenne et de la Turdine. Il se situe donc hors zone inondable.

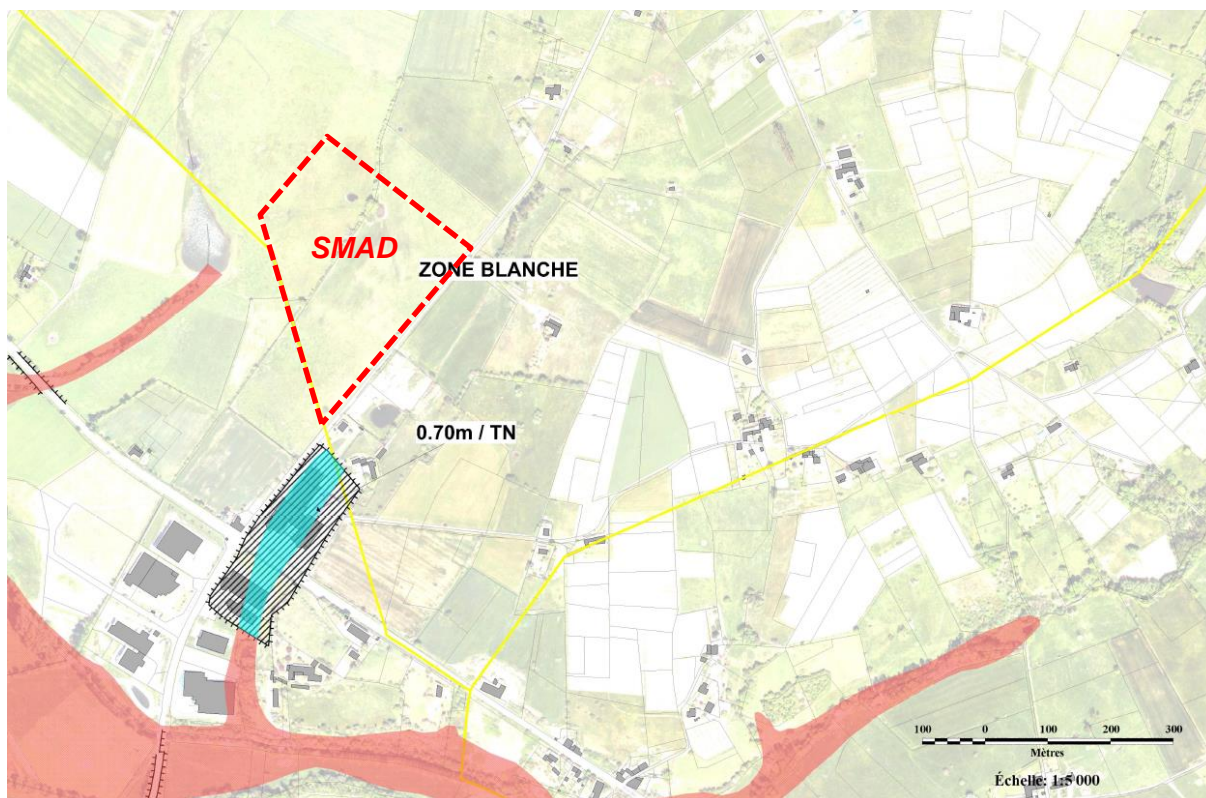


Figure 1 : Extrait de la carte de zonage « Sarcey » du PPRI

2.3.2. Le risque foudre

Les effets du foudroiement 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 de la rubrique 1510 sont soumises aux prescriptions de l'arrêté du 04/10/2010 concernant la protection contre les effets de la foudre.

Cette étude foudre a été confiée au cabinet ENERGIE FOUDRE – voir étude complète en **Annexe 09.**

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 réalisée en juillet 2018 par ENERGIE FOUDRE et modélisée par le logiciel officiel de l'UTE « Jupiter – version 1.3.0 ».

Le résultat de l'ARF sur le site pour obtenir une valeur du risque de perte de vie humaine R1 inférieure à 10^{-5} (limite supérieure du risque tolérable fixée par la norme NF EN 62305-2) montre que la protection nécessaire aux installations doit être de **niveau I**.

2.3.2.2. Étude Technique (ET)

Installations extérieures :

La protection contre la foudre du bâtiment sera réalisée par l'installation de 5 paratonnerres à dispositif d'amorçage (PDA), conformes à la norme NF C 17-102.

- Dispositif de capture : 5 PDA 60 μ s en inox – Niveau de protection I – Rayon de protection = 47,40 m (reduit de 40 %)
- Les PDA seront reliés entre eux en toiture afin de mutualiser les circuits 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 1,26 m de toutes masses métalliques
- Joint de contrôle - Tube de protection sur le bas de chaque descente
- Comptage des coups de foudre
- Pancarte d'avertissement : sur le bas de chaque descente
- Prise de terre : chaque descente sera reliée à une prise de terre (< 10 Ω), raccordée dans un regard de visite pour permettre son interconnexion sur le circuit de terre général.

Installations intérieures :

Les éléments importants pour la sécurité devront faire l'objet de protections spécifiques contre les surtensions.

Les éléments retenus sont les suivants :

Caractéristiques du parafoudre	Localisation
1 parafoudre Type 1 Tri + N - limp 25 kA	TGBT du bâtiment
1 parafoudre Type 2 Mono - Up 1,5 kV	Départ BT alimentant la centrale détection incendie
1 parafoudre Type 2 Tri + N - Up 2 kV	Armoire BT alimentant les motopompes sprinkler

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 :

- 1° Catégorie d'importance I : ceux dont la défaillance ne présente qu'un risque minime pour les personnes ou l'activité économique ;
- 2° Catégorie d'importance II : ceux dont la défaillance présente un risque moyen pour les personnes ;
- 3° 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 socio-économique
- 4° 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.

L'activité de logistique ne présente pas de risque pour les personnes, même en cas de séisme. On rappellera que le bâtiment n'est pas prévu pour le stockage de produits chimiques dangereux. On peut donc classé l'établissement en catégorie 1.

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).

Le secteur est localisé en zone de sismicité 2, soit un risque faible selon le zonage sismique instauré en mai 2011 (décrets n°2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique et n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français).

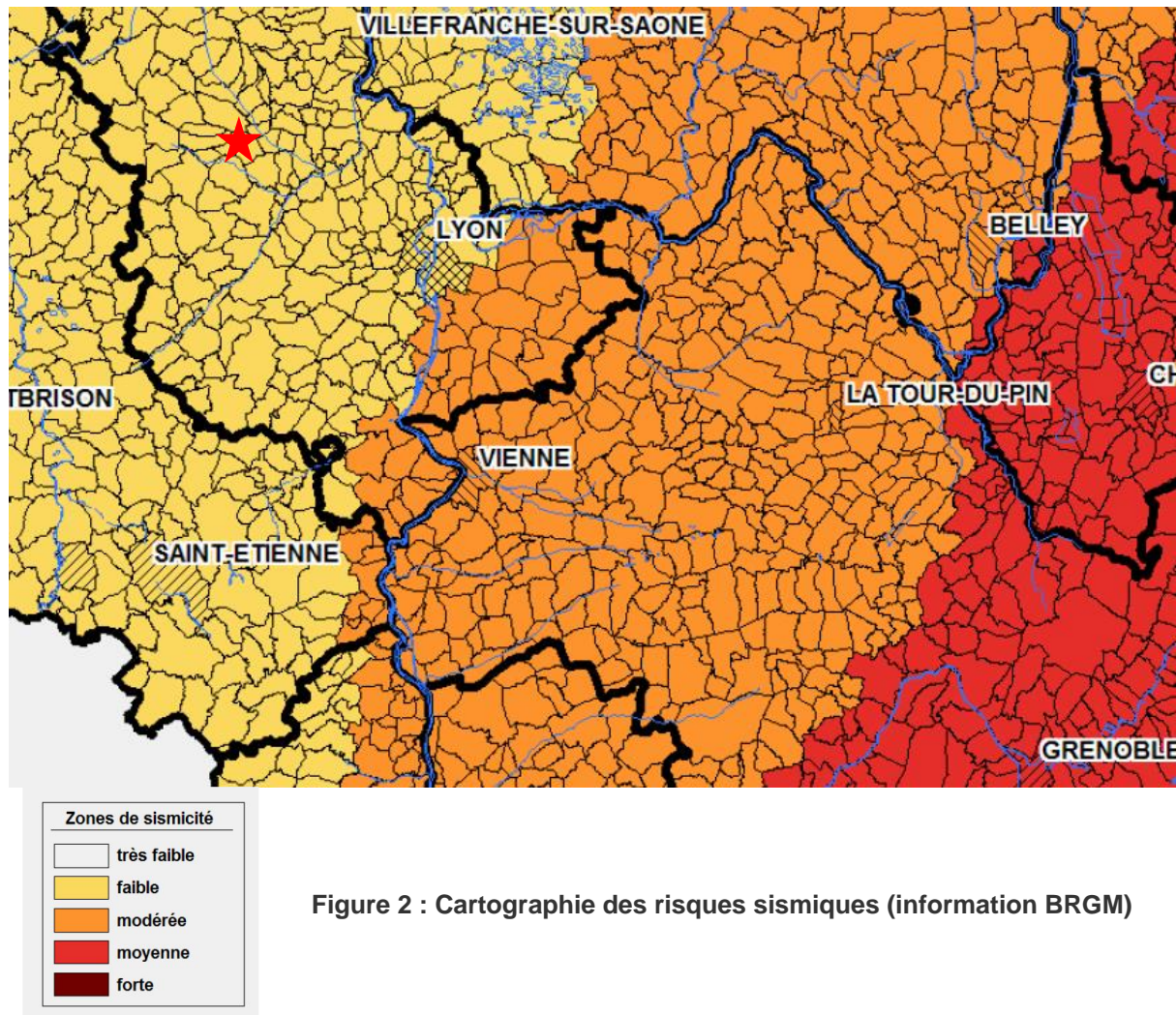


Figure 2 : Cartographie des risques sismiques (information BRGM)

La construction respectera les règles applicables aux établissements dits « à risque normal » situés en zone de sismicité 2 comme définit par l'article R563-1 et suivant du code de l'Environnement.

2.3.4. Autres phénomènes naturels

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

Événements naturels	Événements redoutés	Mesures de prévention
Gel / Verglas	Inefficacité du réseau incendie Accidents de circulation	Réseau incendie hors gel Salage ou sablage des voies et parkings si nécessaire
Neige	Accident de circulation	Salage ou sablage si nécessaire
	Surcharge des structures	Structures calculées en conséquence selon les données météorologiques locales.
Vent	Endommagement des structures	Respect des normes de construction
Grêle	Difficulté de circulation, accidents	Arrêt momentané de circulation sur site.
Canicule	Pas d'événements redoutés identifiés vu les produits stockés	Ventilation mécanique ou naturelle selon les locaux Isolation du bâtiment : parois en bardage avec isolation laine de roche

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'écologie, de l'énergie et du développement durable, des transports et du logement. 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
- des accidents impliquant des stockages de liquides inflammables ou des aérosols en entrepôts
- des accidents liés aux chargeurs de batteries
- des accidents liés aux installations de combustion

➡ Voir détail en **Annexe 10**

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 BARPI).

⇒ **Typologie des évènements**

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/CO₂ 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 du 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 2/3 sont des bâtiments de petites surfaces, généralement moins de 2 000 m², 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 aux bâtiments classés.

⇒ 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 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.

2.4.1.3. 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 incendies 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.

2.4.2. **Conclusions**

2.4.2.1. **Phénomènes mis en évidence**

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

- risque incendie au niveau des zones de stockage
- risque d'explosion de la chaufferie.

Il 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
- déversement de produits dangereux.

2.4.2.2. **Moyens de prévention et de protection**

Stockages de matières combustibles

- maintenance et entretien des installations (installations électriques, chariots),
- surveillance des sites (nombreux cas de malveillance),
- compartimentage et isolement des bâtiments (murs coupe-feu, toiture),
- garantie d'alimentation en eau des moyens de secours,
- 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 sites.

Locaux de charge

- entretien, maintenance
- isolement et recoupement coupe-feu des zones de charge et d'entretien des batteries

2.4.3. Retour d'expérience chez ARGAN

Les établissements actuellement propriété d'ARGAN n'ont pas connu d'incident ou d'accident notable à ce jour.

2.5. Réduction des potentiels de dangers

2.5.1. Mode de stockage et aménagement des cellules

Le projet développé par ARGAN répond aux besoins de la société SMAD. A terme, il pourra cependant être adapté à d'autres gammes de produits.

Par leur surface et leur hauteur, les cellules sont adaptées à un stockage sur racks ou en transtockeurs 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 (têtes de sprinklage, cantons de désenfumage, issues de secours, etc.).

La principale démarche en termes de réduction du potentiel de dangers se situe sur le choix d'aménagement du bâtiment et des matériels de sécurité mis en place. La structure du bâtiment et l'isolement des cellules par des murs coupe-feu permettent un recoupement des installations et limitent les risques de propagation d'un incendie à tout l'établissement.

Le bâtiment dans son ensemble répond aux règles générales applicables aux entrepôts soumis à autorisation au titre de la rubrique 1510 (taille des cellules, recoupement coupe-feu RE120, stabilité au feu des matériaux constructifs). L'arrêté du 11/04/2017 s'applique aussi pour les rubriques 1530, 1532, 2662 et 2663.

2.5.2. Matériels de sécurité

Les moyens de prévention et de protection fixes nécessaires, conformes à la réglementation actuelle : extinction automatique, RIA, désenfumage, canton, déclenchements manuels d'alarme, extincteurs, vanne d'isolement... sont mis à la disposition du personnel et des pompiers en cas de nécessité.

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'établissement emploiera à terme 25 personnes.

Installations sensibles

On ne note pas d'installations sensibles dans cet établissement.

3.1.2. Enjeux externes

Situé sur la ZAC en cours de réalisation, le terrain, ancienne plate-forme technique du chantier de l'autoroute A89, est entouré par :

- Au nord : l'autoroute A89.
- Au sud-est : la route départementale RD67 (route de St Romain)
- Au sud-est, de l'autre côté de la RD67 : un hangar de stockage de matériaux divers, une entreprise de menuiserie puis quelques maisons d'habitation.
- Au sud-ouest : une partie de terrain de l'ancienne plate-forme technique de l'autoroute.
- A l'ouest : des terres agricoles.

L'enjeu principal est l'autoroute A89 située à une centaine de mètres du bâtiment.

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'événements 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
A	Événement 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	Événement probable : s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations
C	Événement 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
D	Événement très improbable : s'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité du scénario
E	Événement 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: Echelle 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)
5 Désastreux	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
4 Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
3 Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
2 Sérieux	aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
1 Modéré	Pas de léthalité		Présence humaine < 1 personne

Tableau 6: Echelle 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				Risque à étudier en détail	
	D Évènement très improbable	Risque globalement acceptable				
	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 qui suit fait le bilan des phénomènes dangereux susceptibles d'atteindre notre établissement et en évalue la gravité et la probabilité.

N°	Opération	Installation/équipement	Evènement initiateur	Evènement redouté central	Evènement redouté secondaire	Phénomène dangereux	G		P	
Logistique et stockage										
1	Livraison/expédition	Camion	Points chauds - 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 du 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	Déchargement et transport de palettes Passages à quai	Chariots électriques/transpalette	Points chauds - surchauffe (moteur, frein, batterie) - défaillance électrique - défaillance mécanique - choc (accident)	Départ de feu	Propagation du feu dans la cellule	PhD2 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.
5	Stockage/gerbage Picking	Racks/transtockeurs	Points chauds - défaillance électrique - travaux par point chaud - malveillance - foudre - cigarette - défaillance de l'éclairage	Départ de feu	Propagation du feu dans la cellule	PhD2 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.
Atelier de charge										
6	Charge	Batteries/chargeurs	Point chaud - défaillance électrique - défaillance mécanique - surchauffe batterie, chargeur - choc	Départ de feu	Propagation à l'ensemble du local de charge	PhD3 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.
7	Charge	Batteries/chargeurs	- surchauffe des batteries	Décomposition de l'acide sulfurique contenu dans la batterie	Dégagement de gaz toxiques	PhD4 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.
8	Charge	Batteries/chargeurs	Défaillance ventilation + Point chaud - défaillance électrique - travaux par point chaud - choc - cigarettes - malveillance	Accumulation d'hydrogène	Formation d'une atmosphère explosive	PhD5 Explosion du local de charge	3	L'énergie de combustion de l'hydrogène est forte. Son explosion peut provoquer des zones de dangers importantes.	E	Il n'existe pas dans la littérature et l'accidentologie consulter d'accident de ce type malgré le nombre important de telles installations en France et à l'étranger.

Tableau 8: Analyse préliminaire des risques

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

➤ Remarque n°1 : PhD3 : Incendie du local de charge

Le pouvoir calorifique du 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.

La zone de charge est isolée des cellules de stockage par des murs coupe-feu de degré 2h. Elle est sprinklée. Un incendie au sein d'un local de charge n'aurait donc pas d'impact thermique en dehors du local.

➤ Remarque n°2 : PhD4: 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 soit atteint le seuil de danger pour la santé.

Les phénomènes dangereux définis par l'analyse préliminaire des risques sont les suivants :

- PhD1. Incendie de camion**
- PhD2 : Incendie d'une zone de stockage**
- PhD3 : Incendie du local de charge**
- PhD4 : Dégagement de gaz toxique du local de charge**
- PhD5 : Explosion du local de charge**

Ces phénomènes dangereux sont classés dans la grille de criticité :

Probabilité	A Évènement courant					
	B Évènement probable	PhD1 PhD3 PhD4		PhD2		
	C Évènement improbable					
	D Évènement très improbable					
	E Évènement possible mais non rencontré au niveau mondial			PhD5		
		1 Modéré	2 Sérieux	3 Important	4 Catastrophique	5 Désastreux
		Gravité				

Tableau 9: Classement des phénomènes dangereux (APR)

Cette analyse met en évidence 1 phénomène à étudier à travers l'analyse détaillée des risques :

PhD 2 : Incendie d'une zone de stockage

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 3 types d'effets.

1. Effets thermiques

Incendie de matières combustibles (rubriques 1510, 1511, 2663...et de liquides inflammables)

L'évaluation des effets thermiques a été réalisée avec le logiciel Flumilog développé par l'INERIS, le CTICM, le CNPP, l'IRSN et EFECTIS. La méthodologie utilisée est décrite dans le rapport final de Flumilog en date d'août 2010 disponible sur le site internet de l'INERIS : <http://www.ineris.fr/flumilog>

Cette méthode est celle recommandée par l'administration pour les entrepôts soumis à enregistrement au titre des rubriques 1510, 1530, 1532, 2662 et 2663 au travers des arrêtés ministériels correspondants. Elle est également utilisable pour le stockage de liquides inflammables.

Le mode de stockage et la nature des marchandises attendues dans le bâtiment sont compatibles avec le logiciel Flumilog actuellement mis à disposition par l'INERIS.

Version utilisée (juillet 2018)

Interface graphique v.5.2.0.0
Outil de calculV5.2

2. Dispersion atmosphérique de gaz de combustion et de fumées

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 en **ANNEXE 11**.

3. 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.

4.1.2. Seuils d'effets retenus

Les valeurs seuils d'effets retenues sont celles de l'arrêté ministériel du 29/09/2005 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/m², seuil des destructions significatives de vitres ;
- . 8 kW/m², seuil des effets domino et correspondant au seuil des effets graves sur les structures ;
- . 16 kW /m², seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton ;
- . 20 kW/m², seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton ;
- . 200 kW/m², ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

Seuils d'effets sur l'homme :

- . 3 kW/m² ou Z2, seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine ;
- . 5 kW/m² ou Z1, seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine ;
- . 8 kW /m², 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/m².

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 2 : Incendie dans une zone de stockage, avec les 3 effets suivants :

- . **Effets 4-1** : Effets thermiques,
- . **Effets 4-2** : Dispersion de fumées, effets toxiques
- . **Effets 4-3** : Déversement des eaux d'extinction d'incendie.

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 seront détaillées dans la fiche et les nouvelles zones de dangers seront alors 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 2 : Incendie d'une cellule de stockage

Effet 2.1 – Effets thermiques

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

Annexe 12.

1 – Description du scénario majorant, hypothèses de calculs

Le scénario majorant est défini comme l'incendie généralisé de la cellule complète en supposant que le réseau sprinkler a été tenu en échec et qu'aucune intervention humaine n'a eu lieu pendant la durée complète de l'incendie.

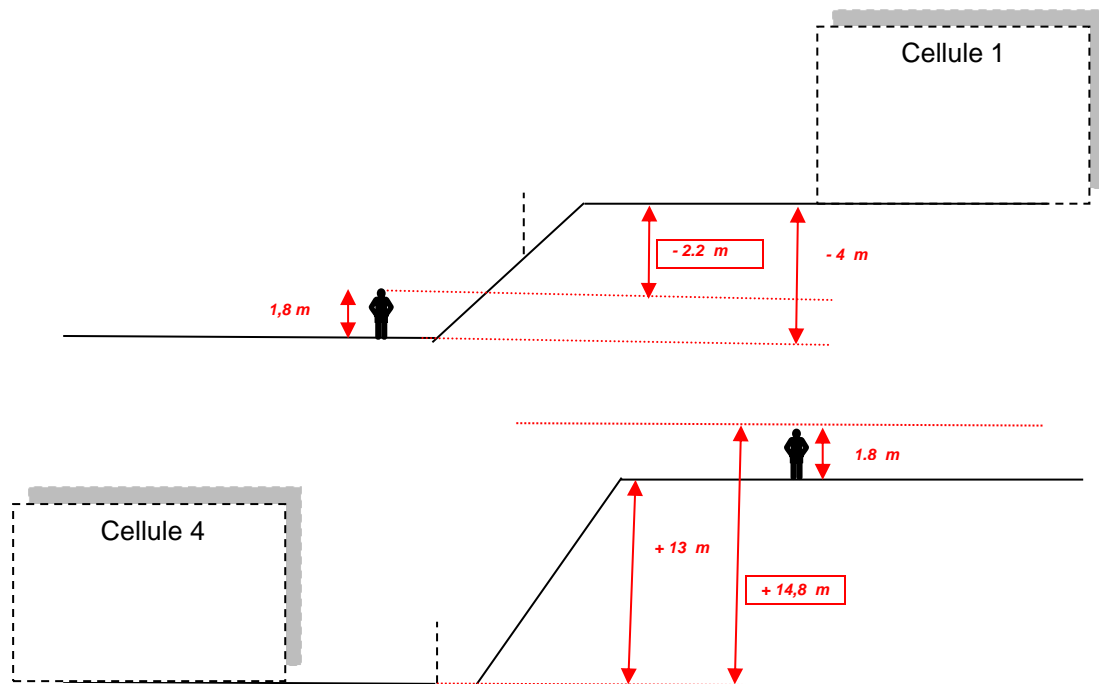
Le logiciel Flumilog intègre dans ses calculs la tenue au feu des structures (poteaux, poutres, murs, façade, etc.), ainsi que la nature des matériaux (béton, bardage, bois, etc.).

Hauteur de la cible :

Le terrain est globalement en pente selon un axe Nord-Sud. De fait, les terrains au nord-est et au sud-ouest ne sont pas au même niveau que la dalle du futur entrepôt.

Ainsi, l'autoroute passe environ 13 m au-dessus du niveau de l'entrepôt et les terrains au sud-ouest sont 4 m plus bas que le terrain d'assiette.

Ces différences de niveaux seront prises en compte dans la hauteur des cibles sur les terrains tiers : - 2,2 m pour la cellule 1 et + 16,8 m pour la cellule 4.



Les cibles sur les terrains côté quais et à l'arrière du bâtiment sont considérées à 1,8 m.

Caractéristiques des cellules :

	1	2	3	4
Longueur	110 m	110 m	110 m	117 m
Largeur	45 m	45 m	30 m	m
Hauteur	20 m	20 m	20 m	13 m
Caractéristiques techniques	<ul style="list-style-type: none"> - Structure principale R60. - Façades de quais en bardage métallique double-peau sur poteaux béton. - Autres façades : écrans thermique REI120. - Toiture : complexe en bac acier multicouche, désenfumage 2%. - Murs séparatifs REI120. 			

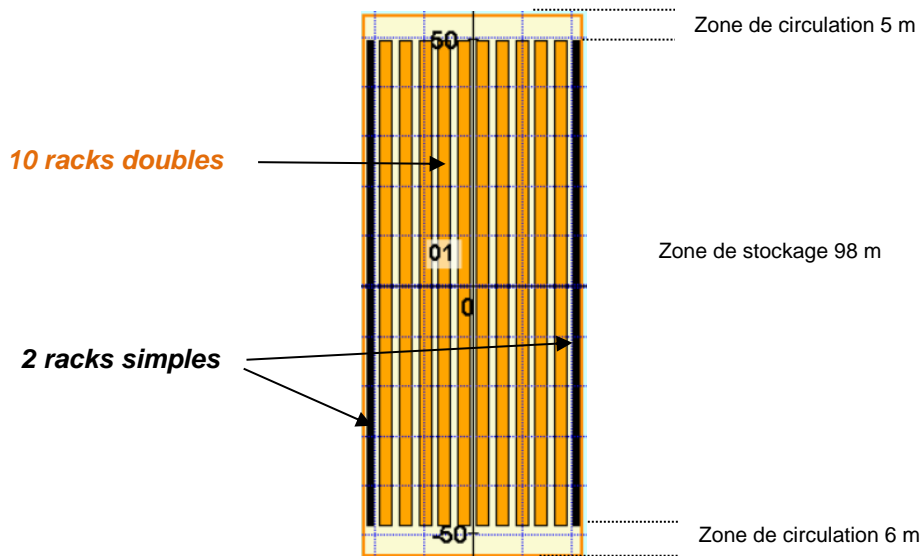
NB : cellule 4 : La cellule 4 offre une forme qui n'est pas compatible avec la modélisation FLUMILOG. De façon majorante, on assimilera la cellule à un rectangle de longueur égale à la plus grande longueur (117 m) et la plus grande largeur (26 m).

Choix du type de stockage :

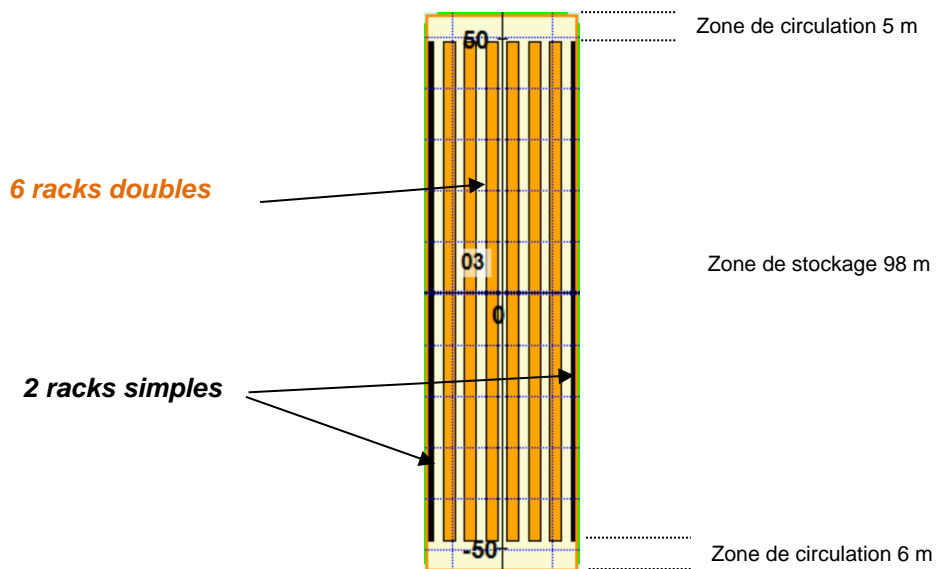
Les cellules de stockage 1, 2^e et 3 sont équipées de transtockeurs. Ce type de stockage est facilement assimilable à un stockage sur racks.

La cellule 4 est partiellement équipée de racks. On considèrera que l'ensemble de la cellule est rackée. En effet, le stockage sur rack permet une occupation optimale de la zone de stockage et est majorante en terme d'effets thermiques.

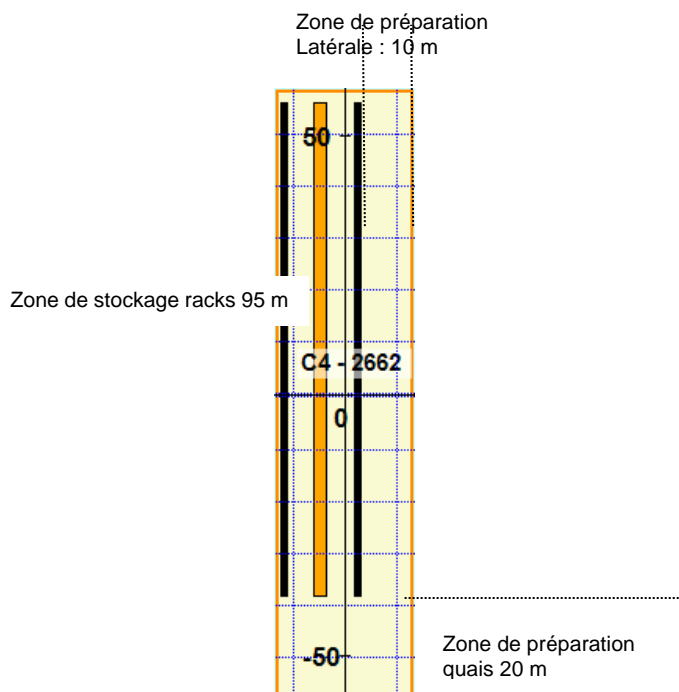
Cellules 1 et 2 :



Cellule 3 :



Cellule 4 :



Hauteur de stockage :

- Cellules 1, 2 et 3 : 18 m
- Cellule 4 : 11 m

Type de palettes :

Pour ce bâtiment, la diversité des matériaux présents ne permet pas de définir une palette type nous utiliserons donc, comme le permet Flumilog, les palettes dit « rubrique ».

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 calculs ont été effectués pour toutes les cellules pour les palettes types « **1510** » et « **2662** » dont la composition est définie par Flumilog.

La rubrique 2662 correspond à un stockage de matières plastiques et représentent donc le potentiel calorifique le plus important entraînant, pour les mêmes conditions de stockage, le rayonnement thermique le plus important et donc potentiellement, les rayons de dangers les plus grands.

La rubrique 1510 correspond à une vitesse de combustion plus faible et peut donc entraîner des durées d'incendie plus longues que pour la rubrique 2662 et justifier la prise en compte d'un incendie généralisé à plusieurs cellules si la durée de l'incendie dépassait 4 heures.

On notera que Flumilog n'a pas encore intégré les palettes 1530 ou 1532. Les palettes actuellement définies (1510 et 2662) couvrant une gamme suffisamment large pour être représentative des autres rubriques de produits non inflammables.

2 – Résultats de la modélisation

Les distances de flux sont les suivantes pour des façades extérieures (distances maximales atteintes au milieu de la façade pour les façades pleines et au niveau des portes de quais pour les façades de quais) :

Les rapports FLUMILOG sont fournis en **Annexe 12.**

Les zones de dangers sont représentées sur les documents fournis en **Annexe 13.**

Stockage 1510	Distances maximales atteintes (m)					Durée incendie
	20 kW/m²	16 kW/m²	8 kW/m²	5 kW/m²	3 kW/m²	
Cellule 1 :						
Façade sud – Eth Cible à -2,2 m	na	na	na	24 m	52 m	178 min
Façade ouest – Eth Cible à 1,8 m	na	na	12 m	22 m	32 m	
Cellule 2 :						
Façade ouest – Eth Cible à 1,8 m	na	na	12 m	22 m	32 m	178 min
Cellule 3 :						
Façade ouest – Eth Cible à 1,8 m	na	na	na	10 m	17 m	186 min
Façade nord – Eth Cible à + 14,8 m	na	na	20 m	37 m	50 m	
Cellule 4 :						
Façade nord – Eth Cible à + 14,8 m	5 m*	5 m*	10 m	15 m	25 m	130 min
Façade ouest – Eth Cible à 1,8 m						

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.

ETH: écran thermique REI120.

Conclusion, stockage type « 1510 »

Quelle que soit la cellule en feu les flux de 3 kW/m² et plus restent dans les limites de propriété et en touchant pas les terrains voisins.

Stockage 2662

Les rapports FLUMILOG sont fournis en **Annexe 13**.

Les zones de dangers sont représentées sur les documents fournis en **Annexe 14**.

	Distances maximales atteintes (m)					Durée incendie
	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	
Cellule 1 :						
Façade sud – Eth Cible à -2,2 m	na	na	na	60 m	87 m	126 min
Façade ouest – Eth Cible à 1,8 m	na	na	na	33 m	55 m	
Cellule 2 :						
Façade ouest – Eth Cible à 1,8 m	na	na	na	33 m	55 m	126 min
Cellule 3 :						
Façade ouest – Eth Cible à 1,8 m	na	na	na	na	30 m	135 min
Façade nord – Eth Cible à + 14,8 m	na	na	37 m	56 m	78 m	
Cellule 4 :						
Façade nord – Eth Cible à + 14,8 m	5 m	10 m	15 m	25 m	37 m	100 min
Façade ouest – Eth Cible à 1,8 m	na	na	na	na	na	

Conclusion, stockage type « 2662 »

Avec un stockage de type 2662, les flux thermiques de 5 kW/m² et plus restent cantonnés dans les limites de propriété.

Le flux de 3 kW/m² touche :

- En cas d'incendie de la cellule 1 : les terrains au sud (voie d'accès et terrains industriels) sur une surface d'environ 2700 m², les terrains à l'ouest (terrains industriels) sur 200 m².
- En cas d'incendie de la cellule 2 : les terrains à l'ouest (terrains industriels) sur 200 m².
- En cas d'incendie de la cellule 3 : les terrains bordant le site au nord (voir d'accès et talus de l'autoroute, sur environ 1 000 m².
- En cas d'incendie de la cellule 4, les terrains bordant le site au nord (voir d'accès et talus de l'autoroute, sur environ 500 m².

5 - Effets DOMINO

Conformément à l'arrêté ministériel du 29/09/2005, nous prendrons pour référence un flux de 8 kW/m² comme pouvant être à l'origine de la propagation d'un incendie pour une exposition de longue durée.

Propagation aux tiers

Quelle que soit la cellule considérée, le flux de 8 kW/m² produit lors de l'incendie n'atteint pas les terrains voisins. Il n'y a donc pas de risque d'effet domino de notre site sur un site voisin quelle que soit l'implantation future des installations voisines.

Propagation aux cellules voisines

Les cellules sont séparées entre elles par des murs REI120.

La propagation de l'incendie d'une cellule à l'autre est donc envisageable si la durée de l'incendie de la cellule dure plus de 120 min. Flumilog permet de calculer la durée de l'incendie.

Pour un stockage de type 1510, elle est de 186 min maximum donc supérieure à 120 min

Pour un stockage de type 2662, elle est de 135 min maximum donc inférieure à 120 min

La probabilité de la propagation de l'incendie d'une cellule à l'autre ne peut donc pas être écartée. Le scénario d'incendie généralisé aux 3 plus grandes cellules est développé dans le **scénario PhD2b**.

PhD 2 : Incendie d'une cellule de stockage

Effet 2.2 – Dispersion de gaz toxiques

*NB : pour plus de détail, le lecteur se reportera aux résultats complets donnés par l'étude de ANTEA en **ANNEXE 11**.*

1 – Description du scénario majorant, hypothèses de calculs

Nous avons considéré comme scénario majorant le stockage de matières plastiques pures classées sous la rubrique 2662. Afin de rester réalistes par rapport aux pratiques habituelles et à la diversité des matières plastiques pouvant être concernées mais sans pour autant minimiser les risques, nous avons considéré un stockage mixte des 5 principales matières plastiques aujourd'hui sur le marché : PVC, polyéthylène, polystyrène, polyuréthane et polypropylène.

La modélisation est faite pour la plus grande cellule pouvant contenir la plus grande quantité de matières : cellule 1 ou 2 avec 20 000 palettes.

Les quantités présentes dans une cellule sont les suivantes :

- Polypropylène = 2 280 t
- Polyéthylène = 2 280 t
- PVC = 2 280 t
- Polystyrène = 2 280 t
- Polyuréthane = 2 280 t
- Bois = 600 t

A - EVALUATION DES EFFETS TOXIQUES

2 – Calcul de la hauteur d'émission

La hauteur d'émission des fumées (appelée par défaut hauteur de flamme dans le rapport) est calculée au moyen de la relation de Heskestad présentée au §2.1.2.1 du rapport (page 6), conformément à la méthodologie préconisée dans le rapport Oméga 16 de l'INERIS (§4.2.3.3, page 36).

Soit une hauteur d'émission calculée de 57 m.

3 – 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 tonnage respectif des atomes représentatifs :

Composé	CO ₂	CO	HCl	HCN	NO ₂	Air	Fumées totales
Débit massique (en kg/s)	241,6	15,4	12,1	1,3	2,2	11 078	11 351

Pour chaque gaz toxique, sont déterminés 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, exprimée en masse de gaz toxique par m³ ou en ppm, correspondant à l'apparition des effets irréversibles pour une exposition de 60 min,
- et le débit massique Q_i 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 dans le tableau ci-dessous :

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

Résultats :

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

Seuil	Distance
SEI	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique n'est observé à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 41 m à 50 m de la source • Distance maximal atteinte par les fumées toxiques : 400 m de la source à h = 267 m
SPEL	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique n'est observé à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 55 m à 30 m de la source • Distance maximal atteinte par les fumées toxiques : 92 m de la source à h = 117 m
SELS	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique n'est observé à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 57 m à la source • Distance maximal atteinte par les fumées toxiques : 64 m de la source à h = 101 m

4 – Zones de danger

Il n'y a pas d'effets toxiques dangereux au sol. Les effets se situent à plus de 40 m quelle que soit la condition météorologique.

Dans les périmètres concernés, il n'y a pas de constructions pouvant représenter une cible de plus de 40 m (tour d'habitation par exemple) ni de point haut (colline). On notera que l'autoroute est à environ 15 m au-dessus du terrain et n'est donc pas touchée par le gaz toxiques.

B - EVALUATION DE LA PERTE DE VISIBILITE

En cas d'incendie, le nuage de fumées qui se développe va contenir des suies et des particules, plus lourdes que les gaz chauds qui pourront retomber rapidement au sol. L'autoroute A10 étant toute proche, une perte de visibilité sur ce grand axe n'est pas exclue. Une modélisation a donc été effectuée afin de définir l'opacité des fumées produites en cas d'incendie.

La modélisation se fait avec le logiciel Phast en fonction des débits de fumées et de suie. Les effets sont calculés pour une visibilité inférieure à 100 m et inférieure à 50 m.

Les résultats sont les suivants :

Visibilité	Distance
Visibilité < 50 m	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de perte de visibilité au sol ($h < 2m$) ; • Pas de perte de visibilité à $H=15$ m (cf. remarque ci-après) ; • Hauteur minimale des fumées provoquant la perte de visibilité : 27 m à 73 m de la source ; • Distance maximale de perte de visibilité depuis la source : 1 040 m à une hauteur de 410 m.
Visibilité < 100 m	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de visibilité au sol entre 300 et 440 m de la source ; • Perte de visibilité à $H=15$ m : Entre 95 et 530 m de la source (cf. remarque ci-après) ; • Hauteur minimale des fumées provoquant la perte de visibilité : 0 m (seuil atteint au niveau du sol) ; • Distance maximale de perte de visibilité depuis la source : 1 830 m à une hauteur de 550 m.

Remarque relative à la présence de l'autoroute A89 à proximité :

L'autoroute A89 passe au plus près à environ 100 m de l'entrepôt, à une altitude d'une quinzaine de mètres par rapport au niveau du sol de l'entrepôt.

Sur la base des résultats des modélisations :

- Il n'y a pas de risque de perte de visibilité « inférieure à 50 m » sur l'autoroute (atteinte du seuil de perte de visibilité « 50 m » à une hauteur minimale de 27 m) ;
- En fonction de la direction des vents, il y a un risque de perte de visibilité « inférieure à 100 m » au niveau de l'autoroute, dans le cas de 2 conditions météorologiques défavorables (5B et 10C) pour lesquelles le seuil de perte de visibilité « 100 m » est atteint à 15 m à des distances de l'entrepôt comprises entre 95 et 530 m.

PhD 2 : Incendie d'une cellule de stockage

Effet 2.3 – Dispersion d'eaux d'extinction

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

Besoins en eaux incendie

Les volumes d'eau nécessaires aux services de secours sont évalués selon l'instruction technique D9 (INESC - FFSA - CNPP).

Les calculs ont été effectués pour la surface non recoupée la plus grande soit 4 995 m² (cellule 1) et un stockage de marchandises sur racks (scénario majorant).

Les hypothèses sont les suivantes :

- Surface en feu : 4 995 m²
- Hauteur de stockage : 18 m
- Type de construction : structure béton, stabilité au feu 60 min
- Détection incendie : oui (assurée par le sprinkler)
- Sprinkler : oui
- Catégorie de risque : Risque 2.

CRITERE	COEFFICIENTS ADDITIONNELS	COEFFICIENTS RETENUS POUR LE CALCUL
HAUTEUR DE STOCKAGE		
jusqu'à 3 m	0	0,50
jusqu'à 8 m	+ 0,1	
jusqu'à 12 m	+ 0,2	
au-delà de 12 m	+ 0,5	
TYPE DE CONSTRUCTION		
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	
TYPE D'INTERVENTION INTERNE		
accueil 24h/24	- 0,1	0,0
DAI généralisé 24h/24, 7j/7	- 0,1	-0,1
service de sécurité incendie	- 0,3	0,0
SURFACE DE REFERENCE		5000 m²
CATEGORIE DE RISQUE		
Risque 1	1	1,5
Risque 2	1,5	
Risque 3	2	
RISQUE SPRINKLE		
oui	0,5	0,5
non	1	
Débit théorique		293 m³/h
Débit nécessaire : 300 m³/h		

Les besoins s'élèvent à **300 m³/h**.

Disponibilités en eau incendie :

Le réseau public assure un débit de 140 m³/h, insuffisant aux besoins. Il sera cependant utilisé pour alimenter 2 poteaux incendie (soit 120 m³/h).

Un réseau privé autonome sera mis en place sur le site.

Ce circuit sera composé :

- D'une motopompe diesel assurant un débit de 300 m³/h à une pression minimum de 1 bar alimentant 5 poteaux incendie.
- D'une cuve verticale inox de 600 m³ minimum assurant 2 heures de réserve.

En complément, une aire d'aspiration sera créée au droit du bassin de rétention afin de pouvoir recycler les eaux d'extinction écoulées. Cette aire d'aspiration permettra le stationnement de 2 engins.

Les poteaux du réseau public de la rue de St Romain viendront en complément si nécessaire.

Besoins en rétentions

Les hypothèses sont les suivantes :

- Débit d'eau incendie : 300 m³/h
- Volume de la cuve sprinkler : 700 m³
- Volume cuve rampe toiture : 400 m³
- Volume de liquide stocké dans la cellule : 0 m³
- Volume lié à l'utilisation des RIA : 0
- Surface imperméabilisée = le bassin de rétention étant également dimensionné pour la régulation des EP de voirie selon un orage centennale, nous ne comptons pas deux fois le volume d'eaux pluviales.

Besoins pour la lutte extérieure		Résultat document D9 : (Besoins x 2 heures au minimum)	600
			+
Moyens de lutte intérieure contre l'incendie	Sprinkleurs	volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maxi de fonctionnement	700
			+
	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	400
			+
Volumes d'eau liés aux intempéries		10 l/m ² de surface de drainage	0
			+
Présence stock de liquides		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	0
Total :			1700

Les besoins en rétention sont donc de 1 700 m³.

Rétentions mises en place :

L'eau d'extinction viendra déborder par les portes de quais et sera dirigée vers le bassin de rétention étanche via les quais.

Le bassin aura un volume utile minimum de 2 585 m³ qui cumule :

- Le volume d'eaux pluviales de voirie d'un orage centennal = 885 m³
- Le volume d'eaux d'extinction d'un incendie = 1 700 m³.

Une vanne d'isolement mise en place à la sortie du bassin de rétention permettra la rétention des eaux polluées.

PhD 2b : Incendie généralisé

Effet 2.1 – Effets thermiques

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 plus ou moins de 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 ou les cellules adjacentes.

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 ou les cellules adjacentes.

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).

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 ou trois cellules en tenant compte de la cinétique de l'incendie et de la tenue au feu des murs séparatifs et écrans thermiques REI 120.

La durée de l'incendie étant supérieure à 120 min pour les deux types de stockage et l'intensité de l'incendie étant plus forte pour un stockage de type 2662, nous étudierons l'incendie généralisé des 3 plus grandes cellules pour un stockage 2662 dans les 3 cellules.

2 – Résultats de la modélisation

Les rapports FLUMILOG sont donnés en **Annexe 12.**

Le plan des zones d'effets thermiques sont donnés en **Annexe 13.**

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

	Distances maximales atteintes (m)				
	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Cellule1					
Façade Sud ETh (cible -2,2 m)	na	na	na	35 m	65 m
Façade ouest ETh (cible 1,8 m)	na	na	5 m*	47 m	72 m
Cellule 2					
Façade ouest ETh (cible 1,8 m)	na	na	na	37 m	67 m
Cellule3					
Façade ouest ETh (cible 1,8 m)	na	na	na	32 m	60 m
Façade nord ETh (autoroute, cible +14,8 m)	na	22 m	39 m	57 m	73 m

Conclusion :

Les zones d'effets thermiques générées par l'incendie généralisés aux trois cellules ne modifient pas de façon significative les zones de dangers :

Le flux de 5 kW/m² reste cantonné aux limites de propriété.

Le flux de 3 kW/m² sort :

- De 2 500 m² sur les terrains à l'ouest (terrains industriels).
- De 450 m² sur les terrains le long de la limite nord (voie d'accès et talus de l'autoroute).

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 2-1 : incendie d'une cellule – effets thermiques

Pour toutes les cellules, quel que soit le type de palette, les zones de dangers correspondant aux flux thermiques de 5 kW/m² et plus restent cantonnés dans les limites de propriété.

Les flux de 3 kW/m² sortent des limites de propriété. Les zones les plus grandes sont celles liées à un incendie de palettes de matières plastiques (2663/2662).

Cellule	1	2	3	4
Surface touchée	2 900 m ²	200 m ²	1 000 m ²	500 m ²
Type d'occupation	Terrain industriel	Terrain industriel	Espaces verts non constructible	Espaces verts non constructible
Taux de fréquentation (*)	15 personnes/ha	15 personnes/ha	0,01 personne/ha	0,01 personne/ha
Nombre de personnes touchées	4,35	0,3	0,001	0,0005
Gravité	2	1	1	1

Au nord, le terrain constitué de la voie d'accès au site et du talus de l'autoroute est considéré comme non constructible. (*) Selon la circulaire du 10/05/2010, pour des terrains non aménagés et peu fréquentés type champs, forêt, marais, etc. on compte 1 personne pour 100 ha.

A l'ouest et au sud, les terrains sont des terrains industriels de la future ZAC portée par SMADEOR. Le taux d'occupation pour de telles activités est de l'ordre de 10 à 15 personnes par 1 ha.

Le niveau de gravité est donc de 2.

4.3.1. PhD 2b : incendie généralisé à 3 cellules – effets thermiques

Les flux thermiques de 5 kW/m² et plus restent cantonnés dans les limites de propriété.

Les flux de 3 kW/m² sortent des limites de propriété.

Les terrains touchés sont des terrains industriels à l'ouest et des terrains non constructibles au nord.

	Incendie généralisé		
Surface touchée	2 500 m ²	450 m ²	
Type d'occupation	Terrain industriel	Espaces verts non constructible	
Taux de fréquentation (*)	15 personnes/ha	0,01 personne/ha	
Nombre de personnes touchées	3,75	0,0002	Total 3,75002
Gravité			2

Le niveau de gravité est donc de 2.

4.3.1. PhD 2-1 : incendie d'une cellule – effets toxiques

Quelle que soit la cellule en feu, les zones d'effets létaux ou irréversibles restent cantonnées dans les limites de propriété.

Le niveau de gravité est donc de 1.

4.3.2. Bilan

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

Phénomènes étudiés	Cibles impactées	Gravité (G)
PhD 2-1 : Incendie d'une cellule Effets thermiques	Terrains industriels ou non constructibles	2
PhD 2-2 : Incendie d'une cellule Dispersion de fumées	Aucune	1
PhD 2-3 : Incendie d'une cellule Déversement des eaux d'extinction d'incendie	Aucune	*
PhD 2b : Incendie généralisé à 3 cellules Effets thermiques	Terrains industriels ou non constructibles	2

** 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 avec les mesures prévues (vanne de sectionnement + aménagement de capacités pour tenir le volume d'eaux estimées avec la D9a).*

Tableau 10 : Cotation de la Gravité (ADR)

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

Diagramme « papillon » : Incendie sur le **document** 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	: isolement 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 fondées sur une intervention humaine de la circulaire du 10/05/2010, 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).

La cotation des mesures de maîtrise des risques s'appuie sur le guide méthodologique pour l'analyse des risques dans les entrepôts soumis à autorisation (Document de travail du GT entrepôt – sept 2009).

Les MMR retenues sont :

F7 : Éviter la propagation de l'incendie de l'ilot 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 :

On considère que le système d'extinction est efficace dans 90% des cas en absence de redondance des organes essentiels. Le niveau de confiance est donc de 1.

Éléments techniques de sécurité		Temps de réponse	Efficacité	Maintenance et testabilité	Niveau confiance
Extinction automatique d'incendie	Têtes	Rapide	NF S62-210 et agréé FM Global	<ul style="list-style-type: none"> - Essais hebdomadaires et entretien annuel des groupes moto-pompes - Contrôles des niveaux des réserves d'eau, gazole, batteries - Entretien annuel des postes de contrôles - Entretien triennal des postes et des sources - Intervention d'un organisme agréé 	NC1
	Moto-pompes				
	Réserves d'eau				

Le niveau de confiance retenu pour cette MMR est 1.

F8 : Contenir l'incendie à une seule cellule

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

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	NC2
Compartimentage	Murs séparatifs REI 120 Portes EI 120	Non concerné	Règle APSAD	- Contrôles visuels de l'intégrité des murs, des portes et des DAD - Vérifications périodiques des portes coupe-feu + DAD par un organisme agréé - Procédure de vérification périodique	NC1
	Détecteur Autonome Déclencheur des portes	Rapide	Règle APSAD		
		Immédiat	PV de réception		
Intervention des services de secours (SDIS) < 2h00	Donner l'alerte	Alerte : 1 à 5 min	Présence humaine (personnel + gardien) Télésurveillance auprès des responsables de l'établissement	Exercices incendies Essai périodique	NC1
	Intervention des services de secours	Intervention des secours : 20 à 30 min	Professionnels formés au risque incendie		
	Poteaux incendie et Réserves d'eau incendie + aires d'aspiration	1 à 3 minutes	Norme pompier NF 562-210	Essais périodiques Contrôle Exercices incendies	NC2*

* On considère qu'un réseau incendie enterré (absence de risque de rupture de canalisation), équipé de bornes normalisées et vérifié périodiquement peut être coté avec un niveau de confiance de 2.

Le niveau de confiance retenu pour cette MMR est 1.

F9 : Limiter les effets thermiques

Cette fonction est assurée par les écrans thermiques placés en façade.

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 murs - 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 sera assurée par la présence de capacités de rétention suffisantes (éléments passifs) et par le déclenchement de la vanne d'isolement (élément actif).

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 (sol de la cour camions et état de la surface des bassins de rétention)	NC1
Vanne d'isolement manuelle du réseau pluvial	Rapide	Vanne conforme à la réglementation en vigueur	- Contrôle du fonctionnement de la vanne - Vérification périodique de la vanne par un organisme agréé	NC1

Le niveau de confiance retenu pour cette MMR est 1.

4.4.2. Conclusion

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

Phénomènes dangereux redoutés	Gravité	Probabilité
Phénomène 2.1 : Incendie d'une cellule– effets thermiques	2	D
Phénomène 2.2 : Incendie d'une cellule – dispersion des fumées	1	C
Phénomène 2.3 : Incendie d'une cellule – dispersion des eaux d'extinction	-	D
Phénomène 2b : Incendie d'une cellule– effets thermiques	2	E

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

Probabilité	A Évènement courant					
	B Évènement probable					
	C Évènement improbable		PhD 2.2			
	D Évènement très improbable		PhD 2.1 PhD 2b			
	E Évènement possible mais non rencontré au niveau mondial					
		1 Modéré	2 Sérieux	3 Important	4 Catastrophique	5 Désastreux
		Gravité				

Tableau 11 : Grille de criticité

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

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

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
PhD 4.1 : Incendie d'une cellule	Rapide Montée en puissance estimée entre 20 et 40 min	Sprinklage RIA – extincteurs Réserves incendie internes	Immédiat ≈ 1 à 5 min ≈ 20-30 min	Moins de 5 min
PhD 4.1b : Incendie de plusieurs cellules	Lent Passage d'une cellule à l'autre après au moins 4 heures d'incendie	Sprinklage RIA – extincteurs Réserves incendie internes	Immédiat ≈ 1 à 5 min ≈ 20-30 min	Les personnes travaillant autour du site auront déjà évacué leurs locaux professionnels.

Tableau 12 : 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.

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

Voir aussi Plan de sécurité joint.

La structure de l'entrepôt est en béton offrant une stabilité au feu d'une heure (R60).

Le bâtiment est divisé en cellules de stockage par des murs coupe-feu REI120.

Les murs coupe-feu dépassent de 1 m en toiture. Ils dépassent de 50 cm en façade ou présentent un retour en façade de 1 m quand la façade n'est pas coupe-feu. Une bande de protection en matériaux incombustible est placée sur la toiture, le long des murs séparatifs sur une largeur de 5 m.

Chaque ouverture au travers des murs coupe-feu est équipée de portes EI 120 2IC afin de garantir le même degré coupe-feu. Chaque porte coulissante est munie d'un système DAD (Détecteur Autonome Déclencheur) disposé de chaque côté du mur commandant leur fermeture automatique.

Les murs séparatifs entre les zones de stockage et les locaux techniques sont REI 120 toute hauteur.

Les bureaux sont séparés des zones de stockage un mur coupe-feu REI120 jusqu'en sous-face de l'entrepôt.

5.2. Toiture, désenfumage, cantonnement

La **toiture** est constituée d'un bac acier avec isolation et étanchéité. La structure de chaque toiture répondra à la classe de résistance au feu BROOF (t3).

Des cantons de désenfumage limités à 60 mètres et développant moins de 1 650 m² évitent dans chaque cellule la dispersion des gaz chauds et des fumées en cas d'incendie. Ils sont constitués de retombées sous toiture en matériaux incombustibles (DH30) d'une hauteur de 1 mètre.

Ces exutoires ne sont pas situés à moins de 7 mètres des murs séparatifs REI entre cellules. Ils sont réalisés en matériaux ne produisant pas de gouttes enflammées en cas d'incendie.

Des fumidômes à ouverture automatique et manuelle sont disposés en toiture afin d'assurer le désenfumage des cellules en cas d'incendie. La surface de désenfumage par canton est de 2% dans toutes les cellules de stockage

Des amenées d'air frais sont prévues dans chaque cellule. Leur surface est au moins égale à la superficie de désenfumage du plus grand canton.

Le local de charge est équipé d'une toiture de type BRoof(t3) comme l'entrepôt (voir demande de dérogation en annexe. La hauteur sous plafond est de 5,5 m.

5.3. Moyens de lutte incendie

Un **Réseau Incendie Armé** (RIA) équipé de lances est disponible au niveau de la cellule 4 et de la zone de réception/expédition. Les dispositions seront prises pour que chaque point d'une cellule puisse être attaqué par deux lances en simultané. Dans les 3 cellules de grande hauteur, l'absence de personnel d'exploitation rend inutile la présence de RIA qui ne seront pas utilisés.

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

L'établissement est équipé **d'un système d'extinction automatique** (sprinkler) commun qui fait également office de détection incendie. Ce réseau est alimenté par une motopompe à partir de deux cuves d'un volume de 700 m³. Ce système sera équipé de têtes de sprinklage installés sous plafond et en nappes intermédiaires dans les racks pour les cellules 1, 2 et 3, la hauteur de stockage dans ces 3 cellules ne permettant pas un simple sprinklage sous plafond. Il sera conforme à la règle FM Global.

Etant donnée la longueur des murs séparatifs entre les cellules 1/2 et 2/3, des colonnes sèches seront mises en place sur la totalité de ces deux murs ainsi que sur le mur séparatif avec la partie réception. Ces colonnes sèches sont alimentées par un surpresseur à partir d'une réserve d'eau. L'alimentation est faite avec un débit de 10 l/m.min pendant 2 heures.

La situation majorante est l'incendie de la cellule centrale (cellule2). Les murs séparatifs avec les cellules 1 et 2 et la zone d'expédition ont une longueur totale de $111 \times 2 + 121 = 343 \text{ m}$

Le volume nécessaire est donc de $343 \times 10 \times 120 \text{ min} = 411 \text{ m}^3$.

Une cuve de 400 m^3 minimum alimentera les colonnes.

Réseau incendie extérieur

Les besoins eau calculés selon la règle D9 sont de $300 \text{ m}^3/\text{h}$ pendant deux heures.

Un réseau privé autonome assurera la totalité des besoins en eau incendie pour les secours.

Ce circuit sera composé :

- D'une motopompe diesel assurant un débit de $300 \text{ m}^3/\text{h}$ à une pression minimum de 1 bar alimentant les poteaux incendie.
- D'une cuve verticale inox de 600 m^3 minimum assurant 2 heures de réserve.
- D'un réseau maillé alimentant 5 poteaux incendie avec des conduites de 200 mm minimum.

En complément, une aire d'aspiration sera créée au droit du bassin de rétention afin de pouvoir recycler les eaux d'extinction écoulées. Cette aire d'aspiration permettra le stationnement de 2 engins. Elle sera conçue conformément aux exigences du SDIS qui validera notre proposition.

On notera également qu'il existe deux bornes incendie sur la voie publique. Ce réseau communal assure un débit d'environ $140 \text{ m}^3/\text{h}$ qui pourra venir en complément des moyens privés si besoin.

Au droit de chaque borne incendie une aire de stationnement pour les engins est prévue. Ces aires répondent 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.

5.4. Accès des secours

Le site est accessible aux services de secours à partir de la route de St Romain (RD67).

Toutes les façades du bâtiment sont desservies par une voie périphérique. Cette voirie répond aux exigences de l'article 3.2 de l'arrêté 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.

Au droit de chaque mur coupe-feu séparatif entre cellule est positionnée au moins une aire de stationnement des moyens aériens. Ces aires répondent 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/cm².

5.5. Rétentions

5.5.1. Rétention des eaux incendie :

La rétention des eaux incendie se fait dans un bassin de confinement étanche.

Ce bassin est dimensionné pour contenir :

- Les eaux pluviales de voirie, volume dimensionné pour un orage centennal = 885 m³.
- Les eaux d'extinction, volume calculé selon la règle D9a = 1 700 m³.

Ce bassin étanche aura donc un volume minimum de 2 585 m³.

En sortie de ce bassin, une vanne d'isolement actionnable localement et à partir d'un poste de contrôle est mise en place. Cette vanne permet d'éviter le déversement des eaux polluées vers le bassin d'infiltration en aval.

5.5.2. Local de charge

Le sol du local de charge et les murs sur une hauteur de 1 mètre sont recouverts d'une peinture anti-acide qui évitera toute infiltration d'acide en cas d'incident. Le sol, légèrement en pente, dirige les écoulements éventuels vers un regard borgne où ils pourront être récupérés.

5.5.3. Local sprinkler et colonnes sèches, local incendie

Les cuves de fioul domestique (1 000 l) alimentant les motopompes seront en rétention.

5.6. Prévention des risques d'explosion

5.6.1. Local de charge

Le local de charge est équipé d'une ventilation mécanique couplée à la charge des batteries. La charge des batteries est interrompue automatiquement en cas d'arrêt de la ventilation mécanique. Ainsi, toute formation explosive d'hydrogène dans le local est évitée. Il n'est donc pas prévu de détecteurs d'hydrogène.

5.7. Surveillance, gardiennage

Le site est entièrement clôturé par un grillage de 2 m de haut. Des portails coulissants protègent les accès. Pour des raisons internes de sécurité, ils sont fermés en permanence.

En dehors des heures d'exploitation un système de télésurveillance sera mis en place.

5.8. Organisation des secours

Un plan de défense incendie sera établi avant 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.
- La procédure d'alerte de la société d'autoroute de l'A89.
- 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,

Les plans nécessaires seront joints :

- Plan des locaux avec localisation des zones de risques.
- Schéma de principe d'alimentation des différents points d'eau, emplacement des vannes, localisation des différentes ressources (poteaux, réserves internes et externes, etc.).
- Plan de localisation des éléments de sécurité tels que RIA, commandes de désenfumage, extincteurs...

Le personnel sera formé à l'utilisation des moyens d'intervention (extincteurs, RIA), à l'évacuation des locaux.

Des consignes seront mises en place pour définir les modalités d'alerte et d'accueil des secours en période d'exploitation et en dehors des heures d'exploitation.

Des consignes seront mises en place pour définir les modalités d'alerte de la société exploitant l'autoroute A89 et lui communiquer les risques liés à la perte de visibilité due aux fumées.

Le plan d'intervention sera affiché à chaque entrée du bâtiment conformément à la norme AFNOR X 80-070.