36-38 Avenue Salvador Allende - Parc Mykonos - Bâtiment F - 60 000 BEAUVAIS
☎ : 03 448 448 60 - 🗎 : 03 448 448 90
E-mail : coelys@coelys.fr - www.coelys.fr

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION D'EXPLOITER

CHAPITRE III :

ETUDE DES DANGERS

RVM

Route de Prouais D21
28 210 Coulombs

Rapport imprimé sur papier recyclé

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION ET OBJECTIFS DE L'ETUDE 5

II. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGER 6

II.1. POTENTIELS DE DANGER LIES A L'ENVIRONNEMENT DU SITE 7
II.1.1. Risques naturels 7
II.1.1.a. Inondation 7
II.1.1.b. Les mouvements de terrain 9
II.1.1.c. Foudre 11
II.1.1.d. Séismes 11
II.1.1.e. Conditions météorologiques extrêmes 11
II.1.2. Risques liées aux activités extérieures 12
II.1.2.a. Voies de circulation 12
II.1.2.b. Voies ferrées 12
II.1.2.c. Malveillance 13
II.1.2.d. Transport de matières dangereuses (TMD) 13
II.1.2.e. Travaux sur site 13
II.1.2.f. Chutes d'aéronefs 14
II.1.2.g. Autres installations industrielles 14
II.2. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS 15
II.2.1. Recensement des produits extrêmement inflammables 15
II.2.2. Recensement des produits inflammables 16
II.2.3. Recensement des produits toxiques T, nocifs Xn et irritants Xi 16
II.2.4. Recensement des produits dangereux ou nocifs pour l'environnement 17
II.2.5. Recensement des produits combustibles 19
II.2.5.a. Matières premières issues d'une filière « déchets » 19
II.2.5.b. Palettes bois et films plastiques 19
II.2.5.c. Produits finis 19
II.2.5.d. Produits d'entretien et de maintenance 20
II.2.5.e. Synthèse 20
II.2.6. Réactivité 21
II.2.6.a. Incompatibilité des produits avec les matériaux 21
II.2.6.b. Incompatibilité des produits entre eux 21
II.3. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PROCEDES DE FABRICATION 21
II.3.1. Procédés mettant en jeu des réactions chimiques 21
II.3.2. Procédés effectués en température 22
II.3.3. Procédés effectués sous haute pression 22
II.3.4. Transfert de produits sur le site 23
II.4. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX UTILITES 23
II.4.1. Chauffe-eau du pavillon 23
II.4.2. Circulation interne 23
II.5. LOCALISATION DES POTENTIELS DE DANGER 24

III. RETOUR D'EXPERIENCE 26

III.1. ACCIDENTS SURVENUS DANS LE SECTEUR D'ACTIVITE DE LA SOCIETE RVM 26
III.1.1. Accidents / incidents survenus liés à une installation de pyrolyse 26
III.1.1.a. Types d'accident 26
III.1.1.b. Causes 27
III.1.1.c. Conséquences 27
III.1.1.d. Conclusions 27
III.1.2. Accidents / incidents survenus liés à l'activité de traitement des déchets 28
III.1.2.a. Types d'accident 28
III.1.2.b. Causes 29
III.1.2.c. Conséquences 29
III.1.2.d. Conclusions 30
III.1.3. Accidents / incidents survenus liés à des bouteilles de propane 30
III.1.3.a. Types d'accident 30
III.1.3.b. Causes 30
III.1.3.c. Conséquences 31

III.1.3.d. Conclusions ... 31
III.1.4. Accidents / incidents survenus liés à des broyeurs ... 31
III.1.4.a. Types d'accident ... 32
III.1.4.b. Causes ... 32
III.1.4.c. Conséquences ... 32
III.1.4.d. Conclusions ... 32
III.1.5. Accidents / incidents survenus liés au noir de carbone ... 33
III.1.5.a. Types d'accident ... 33
III.1.5.b. Causes ... 34
III.1.5.c. Conséquences ... 34
III.1.5.d. Conclusions ... 34
III.2. ACCIDENTS SURVENUS SUR LE SITE DE RVM A COULOMBS ... 35

IV. CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGER ... 36

IV.1. GENERALITES SUR LES EVENEMENTS ACCIDENTELS PRESSENTIS ... 36
IV.1.1. Phénomène incendie ... 36
IV.1.1.a. Rappels et définition ... 36
IV.1.1.b. Causes ... 37
IV.1.1.c. Conséquences et effets domino ... 38
IV.1.1.d. Moyens de prévention, protection, détection et intervention existants ... 38
IV.1.1.e. Scénarii envisageables ... 39
IV.1.2. Phénomène de déversement ... 40
IV.1.2.a. Rappels et définition ... 40
IV.1.2.b. Causes ... 40
IV.1.2.c. Conséquences et effets dominos ... 40
IV.1.2.d. Moyens de prévention, protection, détection et d'intervention existants ... 40
IV.1.2.e. Scénarii envisageables ... 41
IV.1.3. Phénomène d'explosion ... 41
IV.1.3.a. Définition et rappels ... 41
IV.1.3.b. Causes ... 42
IV.1.3.c. Conséquences et effets domino ... 42
IV.1.3.d. Moyens de prévention, protection, détection et intervention existants ... 43
IV.1.3.e. Scénarii envisageables ... 43

V. ESTIMATION DES CONSEQUENCES DE LA CONCRETISATION DES DANGERS ... 44

VI. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGER ... 45

VI.1. GENERALITES SUR LES REDUCTIONS DES POTENTIELS DE DANGER ... 45
VI.1.1. Principe de substitution ... 45
VI.1.2. Principe d'intensification ... 45
VI.1.3. Principe d'atténuation ... 45
VI.1.4. Principe de limitation des effets ... 45
VI.2. TYPOLOGIE DES BARRIERES ... 46
VI.2.1. Barrières humaines ... 46
VI.2.1.a. Mesures de pré-dérive (MPD) ... 46
VI.2.1.b. Mesures de rattrapage de dérive (MRD) ... 47
VI.2.2. Systèmes à action(s) manuelle(s) de sécurité (SAMS) ... 47
VI.2.3. Barrières techniques ... 47
VI.2.3.a. Dispositifs de sécurité ... 47
VI.2.3.b. Systèmes instrumentés de sécurité (SIS) ... 48
VI.3. PRESENTATION DES BARRIERES PAR POTENTIEL DE DANGER ... 48
VI.3.1. Mesures de Maitrise du Risque « incendie » ... 49
VI.3.2. Mesures de Maitrise du Risque « explosion » ... 50
VI.3.3. Mesures de Maitrise du Risque « déversement » ... 51

VII. ANALYSE DES RISQUES ... 52

VII.1. METHODOLOGIE ... 52
VII.1.1. Démarche de l'analyse des risques ... 52
VII.1.2. Éléments pour la cotation ... 54
VII.1.2.a. Fréquence d'occurrence / Classe de probabilité des évènements initiateurs ... 54
VII.1.2.b. Gravité des conséquences du phénomène dangereux ... 55
VII.1.2.c. Grille de criticité ... 56
VII.2. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES ... 57

VII.2.1. Analyse de risque des différents phénomènes dangereux *57*
VII.2.2. Accidents majeurs identifiés *63*
VII.3. ETUDE DETAILLEE DES ACCIDENTS MAJEURS 64
VII.3.1. Estimation de la probabilité d'occurrence *64*
VII.3.1.a. Méthodologie de construction des nœuds papillons 64
VII.3.1.b. Probabilités d'occurrence des sources d'inflammation (évènement initiateur) 64
VII.3.1.c. Niveau de confiance des Mesures de Maîtrise des Risques 66
VII.3.1.d. Application aux scénarii majeurs identifiés 70
VII.3.2. Évaluation de la gravité *73*
VII.3.2.a. Cinétique de développement des accidents 73
VII.3.2.b. Zones des effets thermiques 73
VII.3.2.c. Méthodologie d'estimation de la population exposée 83
VII.3.3. Grille de criticité *83*

VIII. MESURES DE MAITRISE DES RISQUES ENVISAGEES 85

IX. CONCLUSION 87

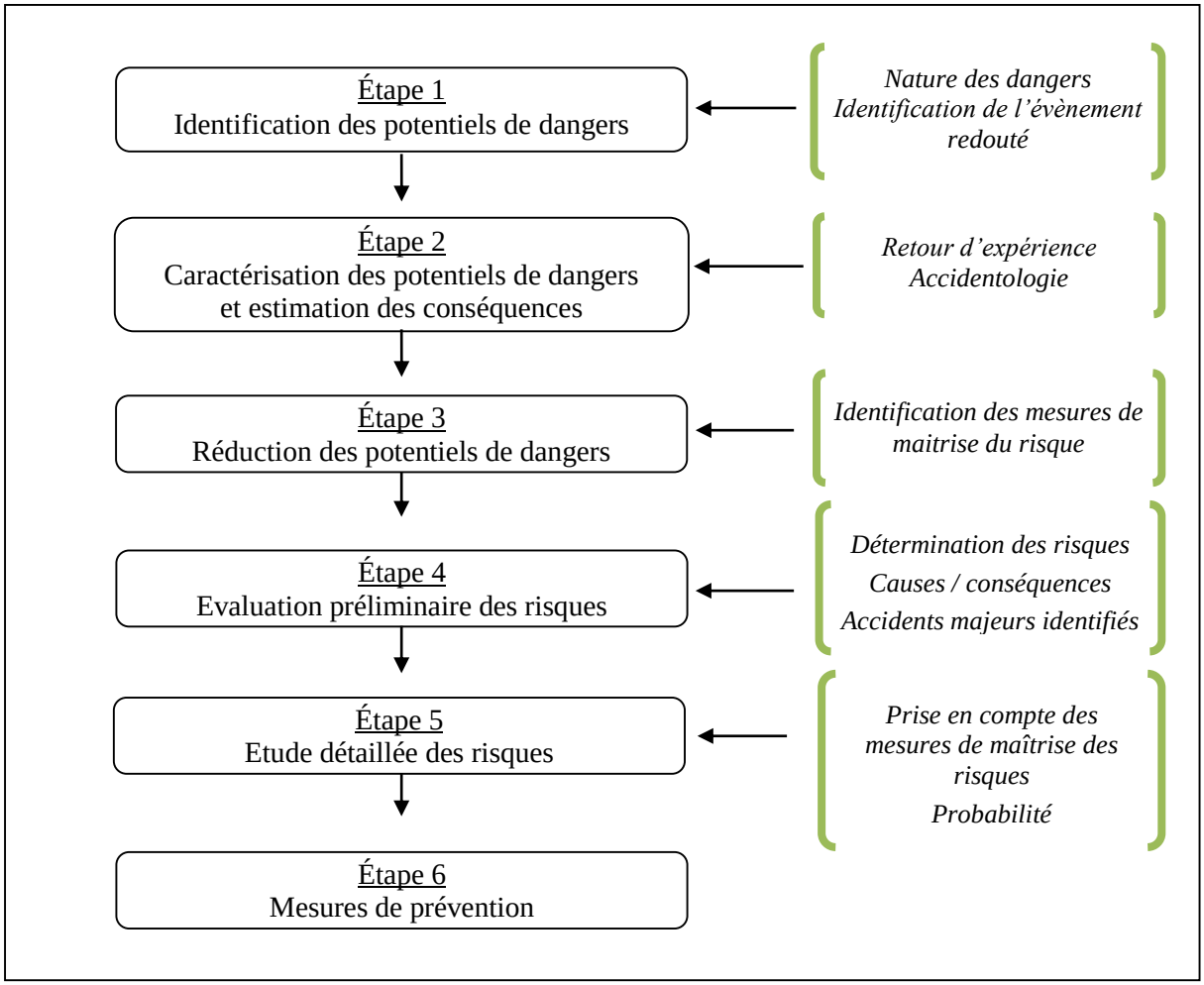
X. AUTEURS DE L'ETUDE DE DANGERS 88

I. INTRODUCTION ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'étude de dangers a pour objectif d'exposer les dangers que peut présenter l'installation en cas d'accident. Elle présente une description des accidents susceptibles d'intervenir, que leur cause soit d'origine interne ou externe, et décrit la nature et l'extension des conséquences que peut avoir un accident éventuel. Elle a également pour but de présenter les mesures de prévention et de protection définies par le site et propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident.

Le présent chapitre est notamment basé sur la réglementation et documents suivants :

- **Décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 modifié** pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement,
- **Arrêté du 29 septembre 2005** relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation,
- **Circulaire du 10 mai 2010** récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source.



Synoptique III- 1 : Démarche de l'étude des dangers

II. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGER

Cette étape permet d'identifier un maximum de phénomènes dangereux susceptibles de survenir sur le site et de visualiser les effets que ceux-ci pourraient générer sur les tiers ou les installations, à l'intérieur des limites de propriété du site comme à l'extérieur.

Les phénomènes dangereux sont recherchés habituellement :

- Au sein de l'installation elle-même à travers :
  - les produits employés,
  - les process mis en œuvre,
  - les activités (stockage, transfert, circulation, …),
- A l'extérieur du site (on parle d'agressions extérieures) via notamment :
  - les évènements naturels,
  - les activités extérieures (circulation, activités industrielles, …).

II.1. Potentiels de danger liés à l'environnement du site

II.1.1. Risques naturels

D'après l'arrêté du 18 mai 2010 (disponible en 🗁 ***annexe III-1***) relatif au droit à l'information des citoyens sur les risques naturels et technologiques majeurs dans le département d'Eure-et-Loir, la commune de Coulombs est concernée par :

- Le risque Inondation,
- Le risque Effondrement de cavités souterraines.

II.1.1.a. Inondation

Une **inondation** est une submersion plus ou moins rapide d'une zone habituellement hors d'eau, avec des hauteurs d'eau variables, dont le facteur déclenchant est la pluie. Le risque inondation est la conséquence de deux composantes : l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement ou apparaître et l'implantation par l'homme dans la zone inondable de toutes sortes de constructions, d'équipements et d'activités.

On distingue trois types d'inondations :

- La montée lente des eaux en région de plaine par **débordement d'un cours d'eau** ou **remontée de la nappe phréatique**,
- La **formation rapide de crues torrentielles** consécutives à des averses violentes,
- Le **ruissellement pluvial** renforcé par l'imperméabilisation des sols et les pratiques culturales limitant l'infiltration des précipitations.

Les inondations peuvent avoir des effets directs et indirects sur le site de RVM. Parmi les dégâts pouvant être observés, apparaissent :

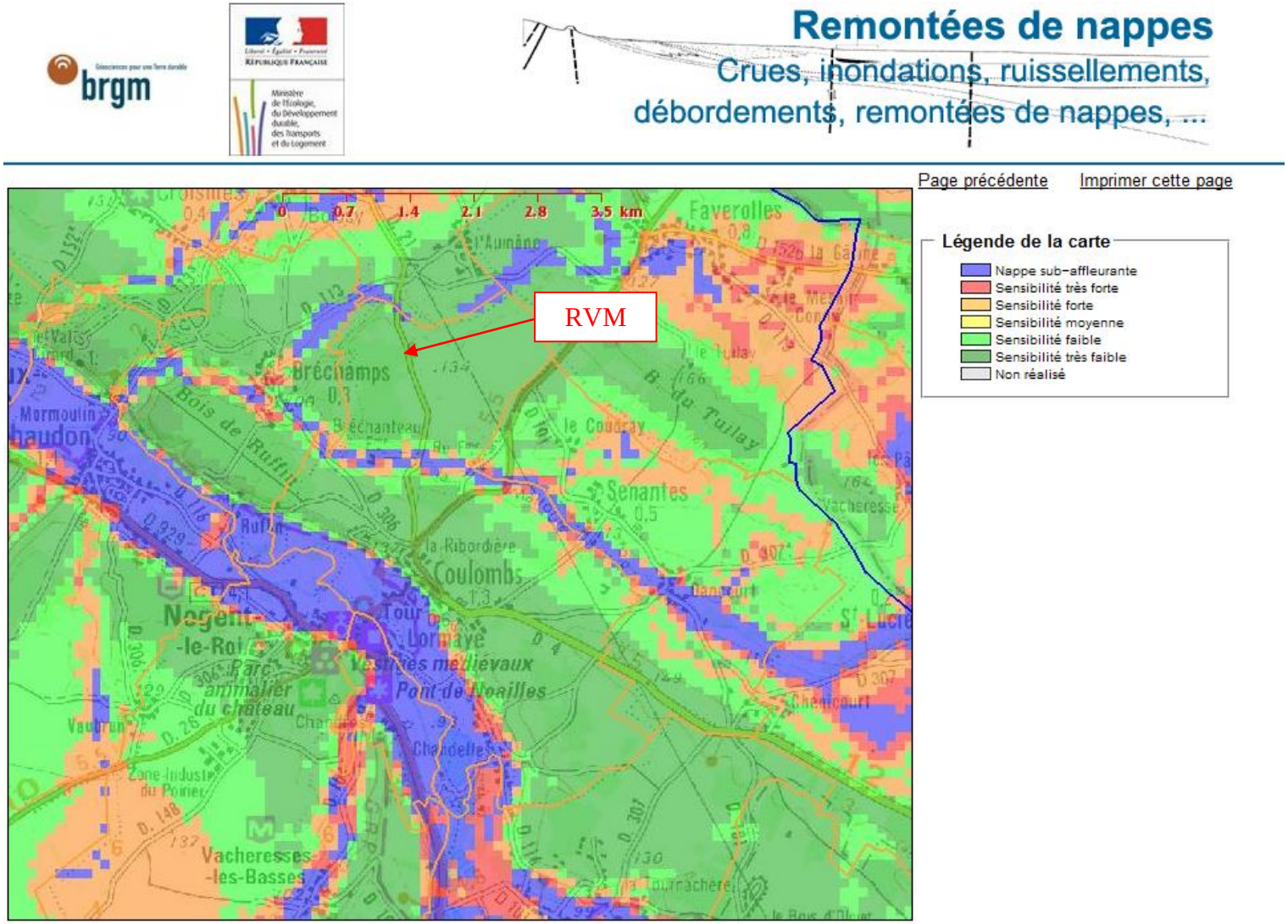
- Des dommages touchant la partie supérieure et/ou les fondations des bâtiments par infiltration d'eaux dans les murs, corrosion des structures métalliques, affaissement,…
- Des dommages directs sur les équipements.

D'après les informations fournies dans le Dossier Départemental sur les Risques Majeurs (DDRM) disponible en 🗁 ***annexe III-1*** et notamment le plan inséré en page suivante, la commune de Coulombs est concernée par le risque inondation. Un Plan des Prévention des Risques d'Inondation a d'ailleurs été prescrit le 9 novembre 2005.

Toutefois, d'après le plan inséré en page suivante, le site de RVM est situé dans une zone à ***sensibilité très faible***.

Conclusion :

Les inondations ne présentent donc pas un risque majeur pour les installations du site de RVM.



Plan III- 1 : Cartographie de l'aléa inondation par remontée de nappe sur la commune de Coulombs (28)

II.1.1.b. Les mouvements de terrain

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique.

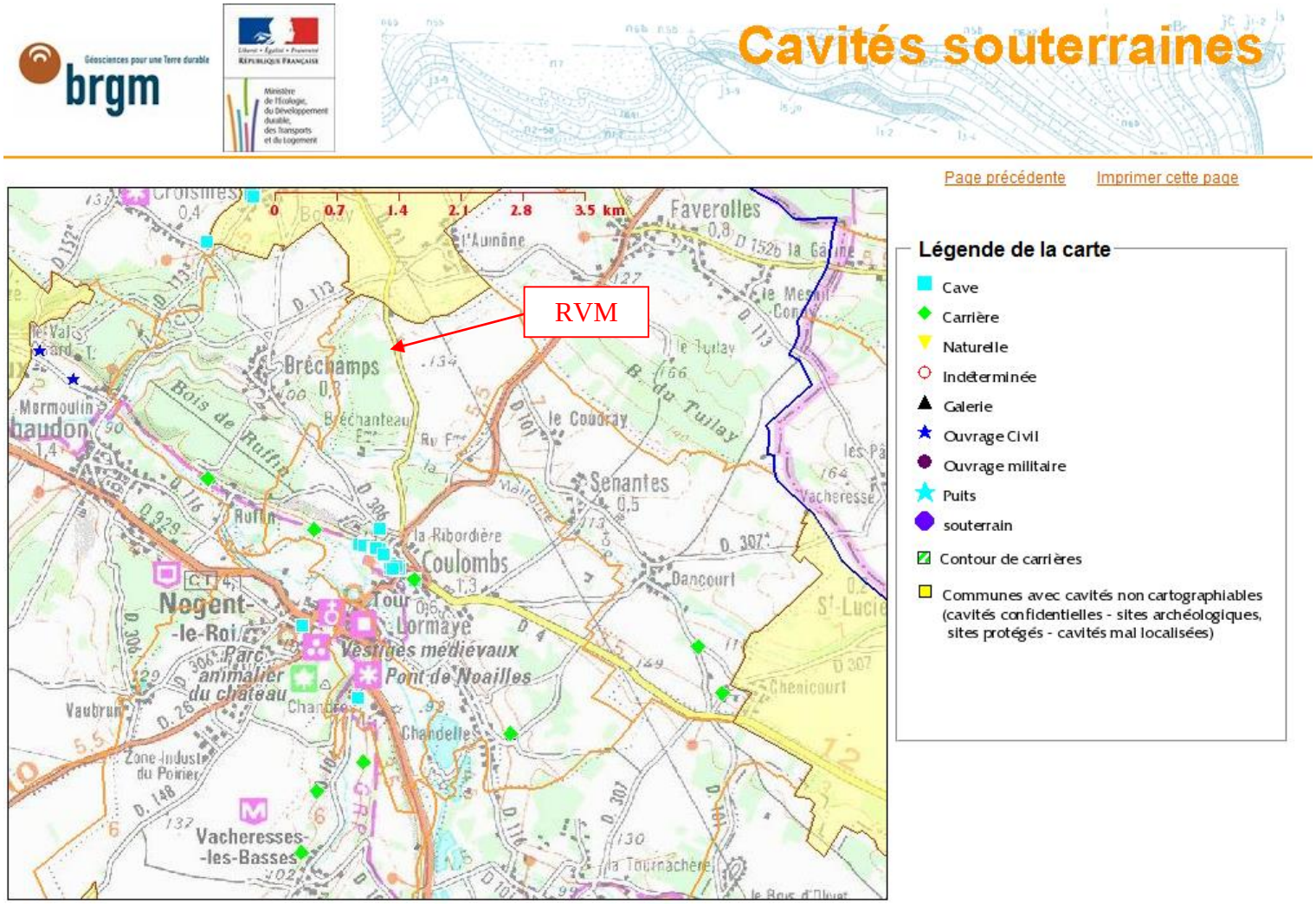
Les volumes en jeu sont compris entre quelques mètres cubes et quelques millions de mètres cubes. Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) ou très rapides (quelques centaines de mètres par jour), et sont fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques.

On distingue plusieurs types de mouvements de terrain, dont notamment l'effondrement de cavités souterraines naturelles ou artificielles (carrières, marnières) : l'évolution des cavités souterraines naturelles (dissolution de gypse) ou artificielles (carrières et ouvrages souterrains marnières) peut entraîner l'effondrement du toit de la cavité et provoquer en surface une dépression généralement de forme circulaire.

D'après les données recueillies dans le Dossier Départemental sur les Risques Majeurs (DDRM) disponible en 🗁 ***annexe III-1***, la commune de Coulombs (28) est concernée par le risque important d'effondrement de cavités. Toutefois, d'après le plan inséré en page suivante, les effondrements constatés sur la commune se sont produits au sein de la vallée de l'Eure, à plus de 2 km au Sud du site RVM.

Conclusion :

Le site RVM n'est pas concerné par le risque d'effondrement de cavités.



Plan III- 2 : Cartographie de des effondrements de cavités recensés sur la commune de Coulombs (28)

II.1.1.c. Foudre

Dans le cadre du présent dossier, une Analyse du Risque Foudre (ARF) a été réalisée afin de vérifier la conformité des installations vis-à-vis de l'arrêté ministériel du 19 juillet 2011.

L'ARF conclût que le site ne nécessite pas de protection particulière contre les effets directs (incendie, explosion) de la foudre, en raison :

- De la structure du bâtiment principal composée d'une charpente métallique pouvant écouler naturellement tout éventuel impact de foudre,
- De la faible surface de captation du bâtiment,
- De la faible densité locale de foudroiement, très inférieure à la moyenne.

Le paratonnerre déjà existant peut toutefois être maintenu.

En revanche, afin d'éviter une quelconque perte de services, notamment des capteurs de température et du portique de radioactivité, le site requiert une **protection de niveau 3&4** contre les effets indirects (surtensions) de la foudre. Cette protection de niveau 3&4 est requise au droit du tableau général basse tension (TGBT) et des deux armoires électriques divisionnaires. Elle concerne l'installation de déconnecteurs ou disjoncteurs, respectant les recommandations du fabricant des parafoudres et la norme EN 61643-12. Ces travaux seront réalisés au cours du premier semestre 2016.

Conclusion :

La foudre ne présente donc pas un risque majeur pour les installations du site de RVM à Coulombs (28).

II.1.1.d. Séismes

D'après l'arrêté du 24 janvier 2011 relatif aux règles parasismiques applicables à certaines installations classées et le nouveau zonage sismique de la France en vigueur depuis le 1er mai 2011, le site RVM est localisé en zone de sismicité 1, où la probabilité d'avoir un séisme de forte intensité est **très faible**.

Conclusion :

Les séismes ne présentent pas un risque majeur pour le site RVM à Coulombs (28).

II.1.1.e. Conditions météorologiques extrêmes

Pour éviter tout accident, les installations sont conçues pour :

- Résister aux conditions extrêmes en matière de neige et de vent,
- Évacuer des quantités normales de précipitations (présence de canalisations rejetant les effluents dans des bassins de rétention).

À ce jour le site RVM a subi une seule fois des dommages matériels dus à des conditions météorologiques extrêmes, lors de la tempête de 1999 qui a endommagée 400 m² de toiture.

De manière indirecte, les brouillards et gelées blanches, fréquents notamment entre les mois d'octobre et février, peuvent contribuer à augmenter les risques d'accidents de la circulation, que ce soit sur les voies de circulation internes au site RVM ou sur les routes à proximité.

Conclusion :

Les risques liés à des conditions météorologiques extrêmes sur le site RVM sont donc limités.

II.1.2. Risques liées aux activités extérieures

II.1.2.a. Voies de circulation

Le site RVM se situe en bordure de la RD21, route de Prouais. Le trafic routier sur cet axe est relativement faible avec environ 3 000 veh/j en moyenne.

Un seul cas d'accident de la route a affecté le site RVM depuis son installation en 1972 : une automobiliste ayant percuté la clôture du site après avoir perdu le contrôle de son véhicule. Seuls des dommages matériels ont été constatés.

Des accidents peuvent toutefois survenir au niveau de cet axe. Toutefois, les conséquences d'un accident de la route à proximité du site RVM ne devraient pas affecter le site RVM car une clôture grillagée ainsi qu'une bande dérasée séparent le site des voies de circulation.

De plus, la RD21 n'est pas concernée par le risque Transport de Matières Dangereuses (TMD).

Des engins de type chariots élévateurs circulent également au sein du site RVM au droit de la zone de tri et des zones de stockage (dalle et stockages extérieurs). Quatre charriots sont disponibles sur le site. De manière générale, seulement deux d'entre eux sont en circulation simultanée.

Leurs conducteurs sont formés spécifiquement à la conduite de ces engins, et sont régulièrement sensibilisés aux consignes de sécurité et de circulation.

Il est à noter qu'aucun accident de la route impliquant des véhicules en entrée / sortie du site de RVM n'est recensé.

Conclusion :

Le risque lié aux accidents de la circulation (extérieure et intérieure au site) semble donc très limité.

II.1.2.b. Voies ferrées

Le site RVM n'est pas localisé à proximité de voies ferrées. L'infrastructure ferroviaire la plus proche est située à plus de 10 km.

Conclusion :

Le risque lié au trafic ferroviaire est donc nul.

II.1.2.c. Malveillance

Les actes de malveillance recouvrent divers actes nuisibles à l'entreprise tels que le sabotage, la destruction, l'abus de confiance, etc…

Le retour d'expérience (source BARPI) montre que les accidents ayant pour origine un acte de malveillance sont assez nombreux, mais que leur nature et leur importance sont difficilement définissables.

Pour limiter le risque de vandalisme et de malveillance, le site RVM est clôturé. De plus, un dispositif de détection d'intrusion avec report d'alarme permet d'alerter immédiatement le directeur du site et la société en charge de la sécurité en cas de détection.

Conclusion :

Ces mesures générales de sécurité permettent ainsi d'assurer la protection du site RVM contre des actes de malveillances.

II.1.2.d. Transport de matières dangereuses (TMD)

D'après les informations recueillies dans le Dossier Départemental des Risques Majeurs disponible en 🗁 ***annexe III-1***, la commune de Coulombs (28) n'est pas concernée par le Transport de Matières Dangereuses (TMD), ni par voie routière, ni par voie ferroviaire.

De plus, aucun gazoduc ou oléoduc ne traverse la commune de Coulombs (28).

Conclusion :

Le risque lié au transport de matières dangereuses semble donc nul.

II.1.2.e. Travaux sur site

Des sociétés extérieures sont assez régulièrement présentes sur le site RVM, et cela notamment pour la livraison et le chargement de produits. Des mesures de sécurité encadrent les opérations de livraison des produits au sein de site de RVM telles que :

- Le plan de circulation interne au site (entrée et sortie différenciées),
- L'identification obligatoire au poste d'accueil des chauffeurs,
- Le passage par le portique de détection de la radioactivité,
- Etc

D'autres entreprises extérieures peuvent être amenées à intervenir sur le site pour des réparations et/ou travaux divers. Des mesures de prévention sont prises afin de limiter les risques d'accidents liés aux installations et équipements présents sur site (circulation des charriots, et/ou process en température, etc) et aux activités exercées par les entreprises extérieures (point chaud, nacelle élévatrice, etc). Un plan de prévention est en cours d'élaboration par la société RVM afin de consigner par écrit l'ensemble de ces mesures.

Conclusion :

Le risque lié à la réalisation de travaux sur site est donc également très limité.

II.1.2.f. Chutes d'aéronefs

Dans un rayon inférieur à 20 km, deux aérodromes suivants sont également recensés :

- L'aérodrome de Vernouillet (Dreux) situé à environ 15 km au Nord-Ouest,
- L'aérodrome de Bailleau-Armenonville à 19 km au Sud-Est.

Le site RVM se trouve ainsi dans la zone de survol des petits avions de loisirs.

De plus, même si l'aéroport international le plus proche est celui de Paris-Orly à 60 km à l'Est, de nombreux vols sont susceptibles d'emprunter un espace aérien à proximité du site.

Conclusion :

Compte tenu du très faible nombre de chutes d'avions par an et par mètre carré, la probabilité qu'un tel accident se produise est extrêmement faible.

II.1.2.g. Autres installations industrielles

Le site RVM est implanté en zone rurale en retrait des principales zones d'activités et industrielles.

Toutefois, d'après la base de données sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, 4 établissements sont recensés sur la commune de Coulombs (28) :

Etablissement	Régime	Régime Seveso	Activité	Localisation par rapport au site RVM
Axereal	Autorisation	Non	Commerce de gros de céréales	2 700 m au Sud-Est
Fabrique de meubles de Coulombs	Autorisation	Non	Fabrication de meubles	2 700 m au Sud
Howa Tramico	Autorisation	Non	Industrie chimique	200 m au Nord
RVM	Autorisation	Non	Traitement des déchets	-

Tableau III - 1 : Liste des ICPE situées sur la commune de Coulombs

Conclusion :

L'installation industrielle la plus proche du site de RVM est située à 200 mètres au Nord de RVM. Les risques liés aux activités industrielles voisines sont donc relativement faibles.

II.2. Potentiels de dangers liés aux produits

Les produits présents sur le site de RVM sont nombreux et variés. L'identification des potentiels de dangers liés aux produits a été réalisée en se basant sur les grandes familles de produits présents sur le site de RVM.

II.2.1. Recensement des produits extrêmement inflammables

Aucun produit inflammable n'est présent en grande quantité sur le site de RVM ; les métaux et autres produits métalliques ne présentant pas de caractère inflammable.

Des substances inflammables peuvent toutefois être présentent notamment au sein des matières premières à transformer issues d'une filière « déchets », mais les quantités concernées sont relativement faibles et négligeables à l'échelle des volumes de matières traitées sur le site de RVM.

Il est à noter que le site utilise du propane pour l'alimentation du chauffe-eau du pavillon ainsi que pour deux charriots élévateurs fonctionnant au gaz. Les caractéristiques de ce gaz sont précisées ci-dessous :

Produit	Étiquetage Classification	Température d'ébullition	Limites d'explosivité	Température d'auto-inflammation
Propane	F+, R12	-43°C à 1 013 mbar	2,4 – 9,3 %	> 400°C

Tableau III - 2 : Recensement des produits extrêmement inflammables

Vis-à-vis d'un réseau de distribution du gaz, en cas de fuite sur une tuyauterie de distribution, deux types de phénomènes sont susceptibles de se produire :

- Un phénomène d'UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion) associant effet thermique et effet de surpression, suite à l'inflammation tardive d'un nuage de gaz dérivant,
- Un phénomène de jet enflammé, suite à l'inflammation de la fuite, instantanée ou après inflammation d'un nuage.

Toutefois, dans le cas présent, deux bouteilles de 35 kg de propane sont stockées en façade du pavillon (1 branchée et 1 en réserve), au plus près du chauffe-eau. Le linéaire de tuyauterie est donc relativement faible et les risques de percement de la tuyauterie limités.

De même, une dizaine de bouteilles de propane sont stockées, en attente d'utilisation pour les charriots, dans une cage métallique fermée à clés et distante de plus de 10 mètres de toute source de chaleur. Les bouteilles de propane sont ensuite fixées directement sur les charriots.

Les risques liés à une fuite de gaz sur le site de RVM sont donc faibles.

II.2.2. Recensement des produits inflammables

Les matières premières et produits finis présents sur le site de RVM ne sont pas inflammables.

Toutefois, le four à pyrolyse est alimenté avec du fioul. Le fioul est stocké dans une cuve enterrée d'une contenance maximale de 15 000 litres, présente à proximité de l'installation de pyrolyse. L'approvisionnement en fioul se fait par remplissage de la cuve par camion à raison de 10 000 litres environ à chaque dépotage.

Les caractéristiques du fioul sont rappelées dans le tableau ci-dessous :

Produit	Étiquetage Classification	Température d'ébullition	Limites d'explosivité	Température d'auto-inflammation
Fioul	Xn, N, R10, 40, 65,66, 51/53	150°C	0,5 – 5%	250°C

Tableau III - 3 : Recensement des produits inflammables

S'agissant d'une cuve enterrée, le seul phénomène dangereux qui peut être observé sur l'installation de stockage du fioul est la **pollution suite à un épandage**, notamment lors du dépotage du camion. Toutefois, un système de rétention amovible est placé sous le camion lors du dépotage afin de circonscrire le fioul dans la rétention en cas de déversement et d'éviter ainsi l'épandage de ce dernier. Ce système de rétention amovible permet également de réduire les risques de feux de nappe.

II.2.3. Recensement des produits toxiques T, nocifs Xn et irritants Xi

Les matières premières issues d'une filière « déchets » prises en charge par le site de RVM peuvent présenter un caractère dangereux pour l'homme, lorsqu'elles contiennent des éléments traces métalliques, tels que du cobalt, du chrome ou du nickel.

Le tableau suivant recense les risques liés à ces ETM et leurs dérivés.

Produit	Étiquetage	Classification
Plomb métallique	T	R61, R20/22, R33, R62
Oxyde de chrome	T+	R45, 46, 9, 24/25, 26, 35, 42/43, 48/23, 62
Oxydes de nickel	T	R49, 43
Oxydes de cobalt	Xn	R22, 43
Oxydes de zinc	T	R61, R20/22, R33, R62
Oxydes de cuivre	Xn	R22

Tableau III - 4 : Caractéristiques des éléments traces métalliques

L'exposition au **plomb** entraine des troubles cognitifs et une perturbation du métabolisme de la vitamine D. Un des effets classiques du plomb est l'anémie liée, d'une part, à l'inhibition de la synthèse de l'hème et, d'autre part, à la réduction de la durée de vie des érythrocytes. Le plomb et ses dérivés inorganiques sont classés en groupe 2B (potentiellement cancérigène pour l'homme) par le CIRC – IARC et en catégorie 3 (substances préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles) par l'Union Européenne.

Les manifestations toxiques du **chrome** sont généralement attribuées aux dérivés hexavalents (chrome VI). Le tractus respiratoire est l'organe cible des effets lors de l'exposition par inhalation aux dérivés du chrome III et du chrome VI. On observe également un effet sensibilisant (asthme et dermatites) du chrome et de ses dérivés, après solubilisation, ainsi que des atteintes gastro-intestinales lors d'expositions professionnelles par inhalation. Les composés du chrome VI sont classés dans le groupe 1 (cancérigène pour l'homme) par le CIRC – IARC et les composés du chrome III dans le groupe III (ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme).

Le **nickel** affecte également le système respiratoire sous forme de bronchites chroniques, d'emphysèmes, d'asthmes… Le nickel métallique est classé dans le groupe 2B (probablement cancérigène pour l'homme) par le CIRC – IARC, et en catégorie 3 (substances préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles) par l'Union Européenne.

Le **cobalt** affecte principalement le système respiratoire par obstruction des bronches. Le sulfate de cobalt et le chlorure de cobalt sont les deux formes dérivées du cobalt qui sont classées par l'Union Européenne pour leurs effets cancérigènes en catégorie 2 (substances pouvant être assimilées à des cancérigènes pour l'homme). Le CIRC – IARC classe le cobalt métal :

- dans le groupe 2A « probablement cancérigène pour l'homme » en présence de carbure de tungstène,
- dans le groupe 2B « pourrait être cancérigène pour l'homme » en absence de carbure de tungstène.

Les effets à long terme d'une exposition au **zinc** sont mal connus. D'après une étude sur des travailleurs dans la métallurgie, l'exposition au zinc entraînerait une fréquence accrue des effets gastro-intestinaux. Toutefois, d'autres substances (arsenic, sulfure d'hydrogène) ont pu intervenir dans l'apparition de ces effets sanitaires. Les oxydes de zinc ne sont pas classés cancérigènes pour l'homme.

Les effets observés lors d'expositions professionnelles aux dérivés du **cuivre** (tels que chlorures et sulfates) par inhalation sont des irritations des voies aériennes supérieures et des troubles gastro-intestinaux (anorexie, nausées, diarrhée). Les sulfates et chlorures de cuivre ne sont reconnus cancérigènes. Les composés du cuivre ne font l'objet d'aucune classification par l'Union Européenne et le CIRC – IARC, et sont classés en classe D (substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme) par l'US EPA.

II.2.4. Recensement des produits dangereux ou nocifs pour l'environnement

Tout produit chimique peut potentiellement dégrader un environnement ou le perturber, lui et l'écosystème qu'il accueille, s'il est répandu ou déversé dans celui-ci.

Pour prévenir ce risque, le site de RVM a systématisé le stockage de produits chimiques liquides sur rétention, étanchéifié les zones de travail et les zones de manipulation de ces produits et mis en place des moyens permettant de contenir un épandage en cas d'incident.

Cependant, parmi les produits présents sur le site, certains présentent un caractère particulièrement dangereux pour l'environnement naturel et/ou aquatique, pour la faune et/ou la flore.

Parmi ses diverses activités, la société RVM extrait les **oxydes de métaux** issus des boues d'hydroxydes métalliques. Cette extraction est obtenue par séchage des BHM dans l'installation de pyrolyse. L'extrait sec obtenu après pyrolyse est composé de chaux et de 10 à 25% d'oxydes de métaux. Celui-ci est conditionné en big bag avant stockage dans le bâtiment réservé aux produits sensibles et vente aux clients. Certains oxydes de métaux sont reçus directement par RVM avant d'être revendus. Il s'agit de négoce – transit uniquement sans intervention autre que du conditionnement de ces produits en big bag par RVM.

Les oxydes de métaux présents sur site sont des oxydes de nickel, des oxydes de cobalt, des oxydes de zinc, des oxydes de chrome (voir chrome III) et des oxydes de cuivre. Tous ces composés présentent des phrases de risques **R50/53** « très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique ».

De plus, le **fioul** servant à l'alimentation des bruleurs du four à pyrolyse est un produit étiqueté **R51/53** « toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique ».

Le tableau suivant récapitule les produits dangereux pour l'environnement susceptibles d'être présents sur le site de RVM.

Produit	Quantité maximale	Phrases de risque
Oxydes métalliques		
Oxydes de chrome	Maxi 62,5 T/mois	R50/53 : très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.
Oxydes de nickel		
Oxydes de cobalt		
Oxydes de zinc		
Oxydes de cuivre		
Autres		
Fioul	15 000 L max	R51/53 : toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.

Tableau III - 5 : Recensement des produits dangereux ou nocifs pour l'environnement

II.2.5. Recensement des produits combustibles

II.2.5.a. Matières premières issues d'une filière « déchets »

Le site de RVM traite et stocke de grandes quantités de matières non inflammables, mais qui représentent tout de même un fort potentiel calorifique si elles venaient à être prises dans un incendie.

Les produits combustibles présents dans les plus grandes proportions sur le site sont :

- les produits métalliques composites, notamment ceux contenant du caoutchouc ou des matières plastiques,
- les produits métalliques humides contenant des huiles.

Les produits métalliques composites ne sont pas comburants.

II.2.5.b. Palettes bois et films plastiques

Des palettes en bois sont employées pour l'acheminement et l'expédition de certains produits, notamment les produits conditionnés en fûts. On compte un stock d'environ 150 palettes neuves (soit 15 m^3 environ) stockées sur la dalle bétonnée et un autre stock de 50 palettes cassées (soit 5 m^3 environ), rassemblées en bordure du bâtiment principal avant évacuation vers la filière spécialisée.

On notera également qu'une vingtaine de rouleaux de plastique, servant à filmer les palettes, sont stockés sur le site.

II.2.5.c. Produits finis

Les produits finis revendus par le site de RVM ne sont pas combustibles. Il s'agit de produits métalliques épurés de la fraction organique (plastique, bois, hydrocarbures…). Le métal (fer, fonte, acier, aluminium, etc) est classé conventionnellement A0 (incombustible selon la norme EN 13501-1).

En revanche, la pyrolyse des produits composites génère du noir de carbone. Dans le cas de la présente installation, ce noir de carbone est concentré à 62% environ. Il n'est pas considéré comme un solide inflammable (cas du noir de carbone pur à 100%) mais demeure néanmoins combustible.

Le noir de carbone est récupéré dans des big bag (quantité max stockée de 15T) avant d'être réutilisé sur site sur l'installation de bouletage ou revendu à d'autres industriels. Le stockage temporaire de noir de carbone est réalisé sur une dalle bétonnée étanche, non couverte. Les eaux de ruissellement issues de la dalle bétonnée sont drainées dans un caniveau puis collectées et acheminées vers un séparateur d'hydrocarbures. En sortie du séparateur d'hydrocarbures, les eaux pluviales sont rejetées dans le bassin de confinement. Ce dernier fait office de bassin tampon. En fonctionnement normal, le bassin de confinement est régulièrement vidé (via un système de pompage) dans le second bassin, afin de maintenir sa capacité de confinement (volume de 500 m^3). En cas de déversement accidentel ou d'incendie, les eaux restent confinées dans le premier bassin en attendant qu'elles soient analysées avant rejet ou traitement.

II.2.5.d. Produits d'entretien et de maintenance

Dans l'appentis sous auvent (zone n°7), un petit local fermé à clés, dont la surface n'excède pas 10 m^2, sert au stockage de divers produits d'entretien et de maintenance tels que des huiles, des graisses et de lubrifiants. Ces produits sont considérés comme des matières combustibles. La quantité maximale de produits susceptibles d'être présents dans ce local est estimée à 250 kg.

II.2.5.e. Synthèse

Les volumes de stockage des produits combustibles par zones de stockage sur le site de RVM sont repris dans le tableau suivant.

Zone de stockage	Substances	Quantité stockée maximales
N°1 : Dalle bétonnée	Composites	500 m^3
N°2 : Dalle bétonnée	Noir de carbone	22 big bag max, soit 58 m^3 max
N°3 : Bâtiment de stockage en fond de parcelle	Composites + produits métalliques humides	270 m^3
N°4 : Bâtiment de stockage en fond de parcelle	-	-
N°5 : Zone imperméabilisée en fond de parcelle	-	-
N°6 : Aire de stockage dans bâtiment principal	-	-
N°7 : Appentis sous auvent	-	-
N°8 : Auvent du bâtiment principal	-	-
N°9 : Zone imperméabilisée le long du bâtiment principal	-	-
N°10 : Zone de tri / chargement / déchargement	-	-
N°11 : Bâtiment d'activités	-	-
N°12 : Aire réservée	Palettes neuves (environ 150) + Palettes cassées (environ 50) + Films plastiques (20 rouleaux environ)	Env 20 m^3 de palettes (neuves et cassées) (film plastique négligeable)
N°13 : Local réservé fermé à clef	Huiles, graisses et lubrifiants	Négligeable (250 kg)

Tableau III - 6 : Volume et localisation des stockages de produits combustibles

Le volume total de produits combustibles est de **848 m^3 au maximum.** Les stockages les plus conséquents de matières combustibles sont répartis en deux zones principales de stockage : la dalle bétonnée (n°1) et le bâtiment de stockage en fond de parcelle (n°3). Ces deux zones sont bien séparées l'une de l'autre, limitant ainsi les risques de transfert d'un incendie d'une zone à l'autre.

II.2.6. Réactivité

Toute réaction chimique est basée sur les propriétés des produits à réagir entre eux. On parle d'incompatibilité lorsque les conditions de stockage ou d'emploi ne sont pas maitrisées et qu'une réaction chimique peut être générée.

Deux types d'incompatibilités sont examinés : l'incompatibilité des produits avec les matériaux et leur incompatibilité entre eux.

II.2.6.a. Incompatibilité des produits avec les matériaux

Il peut exister des incompatibilités entre produits et matériaux auxquelles on remédie par un choix de matériaux constitutifs des installations et de leurs équipements annexes (pompes, vannes, etc) compatibles avec les produits mis en œuvre.

La corrosion est l'évènement le plus probable en cas d'inadéquation produit/matériau (fuite, dégagement de gaz inflammable ou toxique, etc).

Les conditions de stockage des différents produits mis en œuvre sur le site (fioul, composites, etc) n'engendrent pas d'incompatibilité avec les matériaux des cuves et tuyauteries qui les contiennent.

II.2.6.b. Incompatibilité des produits entre eux

L'activité principale du site est le traitement des matières premières dangereuses et non dangereuses issues de la filière « déchets ».

Des incompatibilités entre les différentes matières premières traitées peuvent donc exister. De manière générale, la signalétique et les consignes sont explicites sur le site afin d'éviter tout mélange ou mise en contact de produits / matières incompatibles entre eux. Des zones de stockage sont ainsi dédiées à certaines matières premières dangereuses, telles que les boues d'hydroxydes métalliques.

Conclusion :

Les potentiels de danger liés aux produits présents sur le site de RVM concernent la présence de produits inflammables (cuve de fioul) et extrêmement inflammables (bouteilles de propane), de produits combustibles (stockage de certaines matières premières et produits finis) et de produits dangereux pour l'homme et/ou pour l'environnement (métaux sous forme de trace).

II.3. Potentiels de dangers liés aux procédés de fabrication

II.3.1. Procédés mettant en jeu des réactions chimiques

Les procédés de traitement des matières premières issues de la filière « déchets » ne mettent en œuvre aucune réaction chimique particulière.

II.3.2. Procédés effectués en température

Aucun process n'est réalisé à haute température (>900°C).

Seule la pyrolyse s'effectue à une température comprise entre 400 et 600°C.

Les déchets sont introduits dans le four au moyen d'un tapis. Un brûleur à fioul, situé en partie basse du four permet d'initier le phénomène de pyrolyse. Les graisses, les huiles ou matières caoutchouteuses qui souillent les parties métalliques se décomposent. La réaction de pyrolyse dans le four s'auto-entretient.

A la sortie du four (en partie basse du four tournant), les particules métalliques tombent sur un vibreur ayant pour fonction d'acheminer la matière vers un lit fluidisé tout en la refroidissant. Le lit fluidisé, muni d'une grille, permet la séparation des parties métalliques et des particules carbonées non entrainées dans le système de traitement des fumées.

La matière traitée arrive ensuite au niveau d'un tapis magnétique qui permet de séparer les matériaux ferromagnétiques des non ferromagnétiques.

Des fumées et des gaz de pyrolyse s'échappent du réacteur. Ils sont captés par une hotte et entrainés vers un ensemble de 2 filtres permettant de retenir les suies et les fines particules :

- Le filtre n°1 est un filtre dans lequel le flux d'air chargé en poussières de noir de carbone se trouve mêlé à un jet d'eau horizontal. Plusieurs toiles disposées verticalement, brisent le jet et retiennent les poussières. Ce filtre N°1 a essentiellement pour but de refroidir les fumées et de retenir les plus grosses particules. L'eau est récupérée dans un bac de décantation. Le noir de carbone plus léger que l'eau flotte à la surface et peut être aisément aspiré par une centrifugeuse qui le met sous forme de boues sèche ou peu humide. L'eau est reprise en partie basse du bac de décantation et réinjectée dans le filtre,
- Le filtre n°2 est un dépoussiéreur à manches préassemblées à décolmatage pneumatique. Il permet de retenir les particules les plus fines.

Cette installation de pyrolyse représente donc une source potentielle d'incendie, notamment au sein des systèmes d'évacuation et de traitement des gaz chauds. En effet, ceux-ci contiennent une forte concentration de noir de carbone. Au contact d'une source d'ignition, ce noir de carbone pourrait s'enflammer.

Il est à noter que les filtres sont ignifugés pour éviter tout départ de feu. De plus, des détecteurs de températures sont disposés tout le long de l'installation de pyrolyse et notamment dans le four (partie la plus chaude). Des caméras orientées sur les valeurs de températures fournies par les détecteurs permettent à un seul opérateur de suivre ce paramètre sur l'ensemble de l'installation. Enfin, en cas de température trop importante au sein du four, une alarme sonore (klaxon) et visuelle (gyrophare) s'actionne automatiquement.

II.3.3. Procédés effectués sous haute pression

Aucun process n'est effectué à haute pression.

II.3.4. Transfert de produits sur le site

Les matières premières issues d'une filière « déchets » et les produits finis sont stockés à l'extérieur du bâtiment d'activité, à l'exception de l'aire de stockage intérieure pour produits humides.

Les matières premières stockées en fûts, en big bag ou en vrac sont acheminées vers les unités de traitement et de tri, par des opérations de manutention mécanique effectuées au moyen de charriots élévateurs. En cas d'erreur de manutention, un renversement de produit peut donc survenir. Toutefois, le site de RVM ne traitant pas les déchets liquides, aucun épandage de substances liquides n'est possible.

Les risques de pollution lors des opérations de transfert de produits à l'intérieur du site de RVM peuvent donc être considérés comme nuls.

Conclusion :

Le principal potentiel de danger lié aux process de fabrication concerne le risque de montée en température et d'incendie au droit de l'installation de pyrolyse.

II.4. Potentiels de dangers liés aux utilités

II.4.1. Chauffe-eau du pavillon

Les dangers liés aux installations de chauffage, principalement les chaudières gaz, seraient relatifs :

- À l'**utilisation de gaz inflammable** (rupture de canalisation ou fuite formant une atmosphère explosible, explosion dans une chambre de combustion d'une chaudière),
- Au risque de dénoyage de chaudière pouvant générer une explosion de chaudière.

Ces évènements pourraient être à l'origine d'**effets de surpression** importants et d'**émissions de projectiles**, susceptibles de porter atteinte aux installations voisines et aux populations présentes autour du site.

Le chauffe-eau du pavillon est une petite installation standard de type domestique. Ces installations sont équipées de dispositifs réglementaires de sécurités et sont régulièrement vérifiées par les exploitants et des organismes de contrôle.

II.4.2. Circulation interne

Des **risques de collision** entre véhicules seraient susceptibles de survenir lors de la circulation des chariots et des camions, en particulier à proximité des aires de réception et d'expédition.

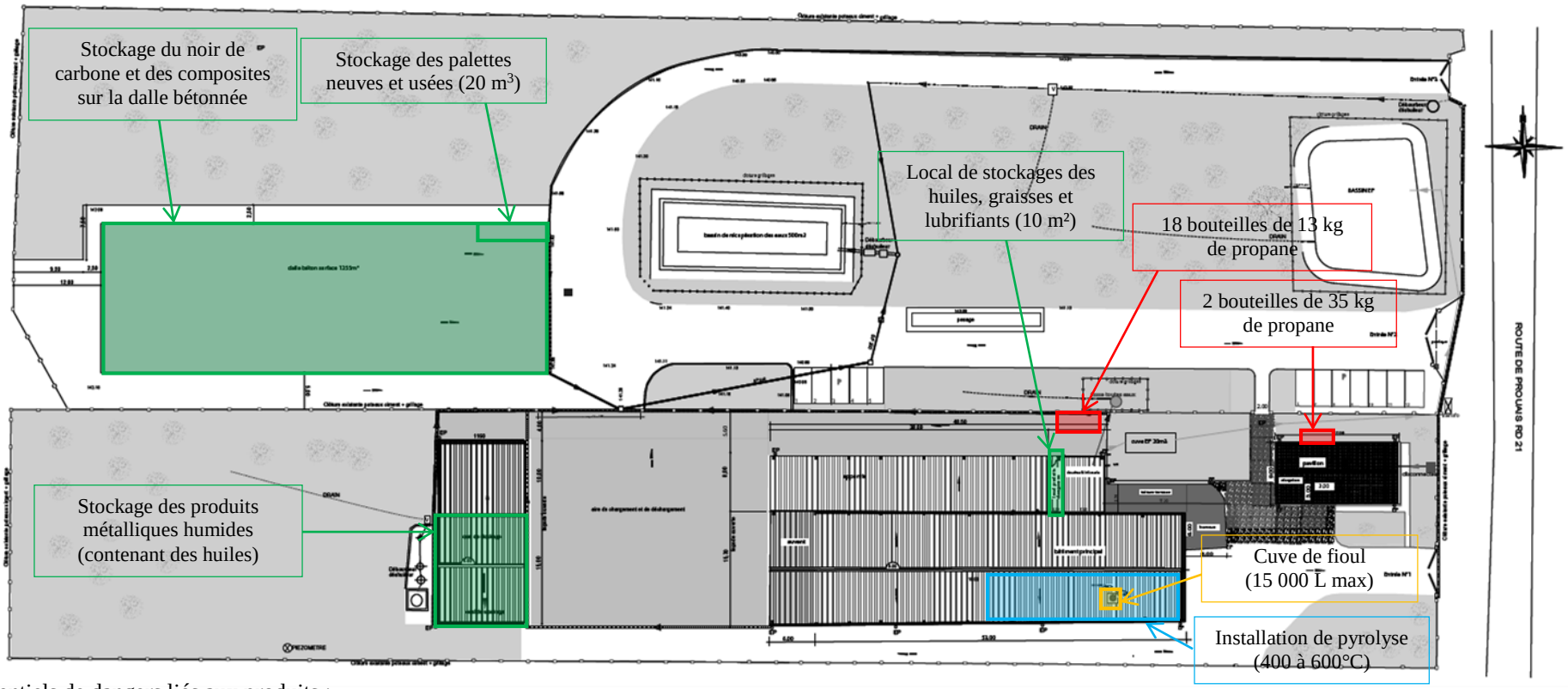
De plus, les travaux faisant appel à des engins de travaux publics ou à des engins de levage augmentent la probabilité d'occurrence d'un tel accident.

Conclusion :

Les utilités ne représentent pas des potentiels de danger significatifs, hormis la présence des bouteilles de gaz sous pression déjà identifiés dans le cadre des potentiels de danger liés produits présents sur site.

II.5. Localisation des potentiels de danger

La localisation des potentiels de dangers liés à l'activité du site et aux produits qui y sont stockés sont localisés sur le plan inséré en page suivante.



Potentiels de dangers liés aux produits :

- Produit inflammable
- Produit extrêmement inflammable
- Produit combustible

Potentiels de dangers liés aux process :

- Process en température

Plan III- 3 : Localisation des potentiels de dangers sur le site

III. RETOUR D'EXPERIENCE

III.1. Accidents survenus dans le secteur d'activité de la société RVM

Au sein de la Direction Générale de la Prévention des Risques du Ministère du développement durable, le **Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (BARPI)** est chargé de rassembler et de diffuser les informations et le retour d'expérience en matière d'accidents technologiques.

Dans ce cadre, une équipe d'ingénieurs et de techniciens assure à cette fin le recueil, l'analyse, la mise en forme des données et enseignements tirés, ainsi que leur enregistrement dans la base d'**Analyse, Recherche et Information sur les Accidents (ARIA).**

L'adresse Internet du site est la suivante : www.aria.developpement-durable.gouv.fr.

Dans le cadre de la présente étude, plusieurs recherches ont donc été effectuées sur le site du BARPI afin d'identifier les accidents / incidents survenus sur d'autres sites industriels ayant des activités ou utilisant des produits similaires à ceux rencontrés sur le site de RVM.

Le détail des accidents issus de la base ARIA est fourni en ***annexe III-2.***

III.1.1. Accidents / incidents survenus liés à une installation de pyrolyse

Le retour d'expérience lié à de la pyrolyse de la base BARPI du site ARIA, fait état d'un échantillon constitué de 17 évènements survenus en France entre le 18 septembre 1997 et le 9 février 2013 mentionnant le mot « pyrolyse ».

Sur ces 17 évènements, seuls 2 évènements sont liés directement à un dysfonctionnement sur un four à pyrolyse. Les autres évènements ne concernent pas directement un four à pyrolyse mais mettent en cause des gaz ou des huiles de pyrolyse produits accidentellement sur diverses installations n'ayant pas de lien avec l'activité du site RVM.

Ainsi ce sont 15 accidents / incidents parmi les 17 initiaux, soit 70 % qui ne seront pas analysés car ce sont des évènements qui ne pourront pas se produire sur le site RVM.

III.1.1.a. Types d'accident

Parmi les 2 incidents analysés, l'un d'eux est un **incendie au niveau d'un four à pyrolyse** (ARIA 20734) dans une usine de fabrication de radiateurs et chaudières : les causes et conséquences de cet incendie ne sont pas détaillées.

Le second incident recensé concerne une **pollution atmosphérique** liée à une fuite au niveau d'une canalisation d'injection d'azote sur un four à pyrolyse (pyrolyse du dichloréthane pour produire du chlorure de vinyle) dans une usine de fabrication de produits chimiques (ARIA 35264). La canalisation présentait une forte corrosion. La rupture de la canalisation d'injection de l'azote a entrainé la fuite des gaz présents dans le four au moment de l'incident (soit 2 062 kg de dichloroéthane, 41 kg de chlorure de vinyle et 23 kg de HCl).

Le tableau suivant résume donc les types d'accidents / incidents survenus sur des sites utilisant une installation de pyrolyse (soit en process direct, soit pour le traitement des filtres) :

Type d'accident / incident	Nombre de cas répertoriés
Incendie	1
Emission à l'atmosphère	1

Tableau III - 7 : Accidents / incidents survenus sur des installations de pyrolyse

III.1.1.b. Causes

Les causes des accidents / incidents ne sont identifiées que pour la fuite de gaz. Il s'agit d'un défaut matériel, à savoir un problème de corrosion de la tuyauterie.

III.1.1.c. Conséquences

Dans le cas de l'incendie du four à pyrolyse, les conséquences ne sont pas détaillées. Sont détaillées ci-après les conséquences lors de la fuite de gaz au niveau de canalisations alimentant le four à pyrolyse (ARIA 35264).

A. Conséquences matérielles

Dans le cas de la fuite de gaz sur une canalisation d'injection d'azote sur un four à pyrolyse, les conséquences matérielles sur le four à pyrolyse ne sont pas mentionnées, hormis la rupture de la tuyauterie.

B. Conséquences humaines

Aucun blessé n'est constaté dans l'incident.

C. Conséquences environnementales

La fuite des gaz présente dans le four à pyrolyse a entraîné de fait une pollution atmosphérique. Les gaz émis sont du dichloroéthane (2 062 kg), du chlorure de vinyle (41 kg) et de l'acide chlorhydrique (23 kg).

III.1.1.d. Conclusions

En conclusion, l'analyse de l'accidentologie montre que les accidents pouvant se produire au niveau des fours à pyrolyse sont les suivants :

- Incendies du four à pyrolyse,
- Fuites de gaz issues de canalisations / tuyauteries défaillantes.

Les moyens de protection, d'intervention et de prévention déjà existants sur des sites industriels qui ont permis une maitrise plus rapide du sinistre sont les suivants :

- Présence d'extincteurs et de RIA,
- Présence de poteaux d'incendie aux alentours du site et possibilité d'intervention rapide des pompiers,
- Présence de dispositifs de désenfumage automatique et d'alertes incendie,

- Présence de murs et portes coupe-feu permettant ainsi un compartimentage des installations,
- Présence de rétention correctement dimensionnées, que ce soit au niveau des stockages des produits liquides ou pour maintenir les eaux d'extinction d'incendie sur un site en cas de besoin.

Concernant les incidents recensés sur des installations de pyrolyse, seul l'ARIA 35 264 lié à une fuite sur la canalisation d'injection d'azote dans le four à pyrolyse a entraîné la mise en place de mesures correctives :

- Révision des réseaux de détection d'ambiance (qui se sont avérés inopérants dans certaines conditions de vents),
- Mise en place d'un contrôle de l'épaisseur des canalisations par ultrasons.

III.1.2. Accidents / incidents survenus liés à l'activité de traitement des déchets

Dans la base de données du BARPI, 8 accidents font référence à des installations de traitement des déchets métalliques, dangereux et non dangereux.

Sur ces 8 accidents, 3 incidents sont liés à des traitements de déchets liquides et un incident concerne un défaut d'étanchéité d'une alvéole sur un Centre d'Enfouissement Technique (CET). Le site RVM ne traitant pas de déchets liquides et n'étant pas un CET, ces 4 incidents n'ont pas été étudiés par la suite.

III.1.2.a. Types d'accident

Sur les 4 incidents restants, deux concernent des incendies de déchets stockés (ARIA 43 438 et ARIA 40 306) et deux sont liés à de la détection de radioactivité sur des déchets entrants (ARIA 42 350 et ARIA 18 422).

Les 2 incidents concernant la présence de **radioactivité** sont similaires. Il s'agit de déchets pour lesquels les systèmes mis en place par les centres de traitement des déchets pour détecter la radioactivité se sont déclenchés :

- Dans le cas de l'ARIA 42 350, le portique s'est déclenché au passage d'un camion livrant une benne de Déchets Industriels Banals (DIB) ; la benne a été temporairement mise à l'écart avant d'être renvoyée vers la société expéditrice,
- Dans le cas de l'ARIA 18 422, de la radioactivité est détectée dans des fûts de déchets de béryl en provenance d'un centre de recherche. Les fûts ont été retournés à l'expéditeur.

Les deux autres incidents recensés sur des installations de traitement de déchets métalliques concernent des **incendies** de stockage de déchets :

- Dans le cas de l'ARIA 43 438, l'incendie concerne un stock d'amiante (200 tonnes) et de fûts de poussières d'arsenic (60 tonnes) dans un casier extérieur d'un CET sans que la cause de l'incendie soit mentionnée,
- Dans le cas de l'ARIA 40 306, l'incendie concerne un stock de batteries usagées au lithium (1,820 tonne).

Le tableau inséré ci-après résume donc les types d'accidents / incidents survenus sur des sites de traitement de déchets métalliques :

Type d'accident / incident	Nombre de cas répertoriés
Radioactivité	2
Incendie	2

Tableau III - 8 : Accidents / incidents survenus sur des centres de traitements de déchets métalliques

III.1.2.b. Causes

Sur les 4 incidents mentionnés ci-avant, les causes des accidents / incidents ne sont identifiées que pour 3 d'entre eux. Il s'agit de :

- Non-conformité sur le type de déchets entrants (pour les 2 cas de détection de radioactivité),
- D'un défaut de procédure de réception des déchets dans le cas de l'ARIA 40 306 concernant un incendie (la cause du second incendie n'étant pas mentionnée) : d'après l'inspection des installations classées, une réaction entre les piles au lithium et d'autres déchets serait à l'origine de l'incendie. De plus, la prise en charge du stock de batteries usagées a été retardée car le four d'incinération n'était pas disponible à la livraison des batteries. La durée prolongée de stockage a permis la réaction entre les déchets.

III.1.2.c. Conséquences

Dans les cas de détection de radioactivité, les déchets sont écartés et renvoyés à l'expéditeur pour être traités par des filières adaptées. Aucune conséquence matérielle, humaine ou environnementale n'est donc recensée dès lors que les systèmes de détection ont fonctionné.

Les conséquences des incidents sur des centres de traitement de déchets détaillées ci-après concernent donc uniquement les 2 cas d'incendie recensés.

A. Conséquences matérielles

Dans le cas de l'ARIA 43 438, le casier extérieur de stockage des déchets a été détruit par l'incendie.

B. Conséquences humaines

Sur les 2 incidents recensés, aucune conséquence humaine n'est indiquée.

C. Conséquences environnementales

Aucune pollution ou impact environnemental n'est notifié dans les ARIA. Seul l'ARIA 43 438 fait état d'une surveillance environnementale suite à l'incendie pour étudier l'impact potentiel du sinistre sur le milieu.

III.1.2.d. Conclusions

En conclusion, l'analyse de l'accidentologie montre que les accidents pouvant se produire au niveau des installations de traitement des déchets métalliques sont les suivants :

- Incendies suite notamment à des mises en contact de déchets divers,
- Présence de déchets radioactifs.

Les moyens de protection, d'intervention et de prévention déjà existants sur des sites industriels qui ont permis une maitrise plus rapide du sinistre sont les suivants :

- Présence de portique de détection de la radioactivité,
- Présence de gardiennage et/ou opérateurs d'astreinte sur site et possibilité d'intervention rapide des pompiers,
- Présence d'extincteurs et de RIA,
- Présence de poteaux d'incendie aux alentours du site,
- Présence de dispositifs de désenfumage automatique et d'alertes incendie,
- Présence de murs et portes coupe-feu permettant ainsi un compartimentage des installations.

Les mesures prises ou renforcées à la suite des incidents constatés sur des centres de traitement de déchets métalliques sont les suivantes :

- Renforcement des procédures d'acceptation des déchets (contrôle de la radioactivité),
- Mise en place d'un banc de détection fixe de radioactivité,
- Réalisation d'une campagne de prélèvements et d'analyses afin d'étudier l'impact potentiel de l'incendie sur le milieu.

III.1.3. Accidents / incidents survenus liés à des bouteilles de propane

Le retour d'expérience lié à des réservoirs de propane alimentant des installations domestiques (chaudières, gazinières individuelles…) de la base BARPI du site ARIA, fait état d'un échantillon constitué de 48 évènements survenus en France entre le 5 septembre 1995 et le 22 mars 2013. Sur les 48 évènements mentionnés, 9 incidents concernent plus spécifiquement des bouteilles de propane.

III.1.3.a. Types d'accident

L'analyse de l'accidentologie montre une importante proportion d'explosion et d'incendies, pour 7 des 9 cas recensés. Les cas observés peuvent s'accompagner de projections de débris à grande distance (plusieurs centaines de mètres). Deux cas de fuite de gaz ayant été maitrisées sont également recensés.

III.1.3.b. Causes

Sur les 7 cas d'explosion de bouteilles de propane recensés :

- 3 cas d'explosion sont liés à la présence d'un point chaud (départ d'incendie ou travaux par exemple) à proximité des bouteilles de gaz ayant entraîné leur explosion,

- 4 cas d'explosion de bouteilles sont survenus sans causes apparentes.

Sur les 4 cas d'explosion de bouteilles de gaz sans causes apparentes, deux d'entre eux (soit la moitié) ont déclenché un incendie.

Sur les 2 cas de fuites au niveau des bouteilles de propane, les causes précises (mauvaise utilisation ou bouteille défectueuse par exemple) ne sont pas décrites.

Un certain nombre d'accidents / incidents se produisent sur des maisons en construction non habitées, lors de travaux de réparation, dans des résidences secondaires ou encore sur des installations temporaires (four mobile utilisé lors d'une fête), ce qui laisse suspecter des erreurs de manipulation ou de mauvaises conditions d'entretien / stockage liées à des méconnaissances du produit.

III.1.3.c. Conséquences

Sur les 9 incidents / accidents recensés :

- 6 d'entre eux font état de blessés légers à graves, voire de décès, notamment du fait des projections de débris de bouteilles,
- 4 d'entre eux ont entraîné des dommages matériels (bris de vitre, fragilisation des murs, dégradation de la toiture),
- 2 d'entre eux ont entraîné un départ d'incendie,
- 1 cas de jet enflammé de gaz est recensé sur une fuite de gaz d'une bouteille.

III.1.3.d. Conclusions

L'analyse de l'accidentologie montre que les principaux accidents pouvant se produire avec des bouteilles de propane sont :

- La fuite de gaz, avec ou sans jet enflammé,
- L'explosion de la bouteille en présence de point chaud,
- L'incendie par effet domino suite à l'explosion de la bouteille.

Les mesures permettant de limiter et réduire les risques d'incidents avec des bouteilles de gaz sont :

- Le respect des conditions de stockage et d'utilisation des bouteilles (stockage en milieu aéré et à température modérée, stockage en cage métallique limitant les effets missiles en cas d'explosion),
- La mise ne place de procédure de sécurité autour des stockages de bouteilles (permis feu, plan d'intervention, etc).

III.1.4. Accidents / incidents survenus liés à des broyeurs

Une analyse des retours d'expérience impliquant des installations de broyage dans les secteurs d'activités de la récupération et du traitement des déchets dangereux et non dangereux et de la récupération de déchets triés a été faite. La base BARPI du site ARIA recense ainsi 44 incidents / accidents faisant état d'un broyeur et survenus en France entre le 24 janvier 1999 et le 28 aout 2013.

Sur ces 44 évènements mentionnés, le broyeur est directement impliqué (source de l'incendie) dans 31 incidents.

III.1.4.a. Types d'accident

L'analyse de l'accidentologie montre une importante proportion d'incendies :

- 29 évènements concernent ainsi un incendie,
- 1 évènement concerne une explosion,
- 1 évènement concerne une explosion suivie d'un incendie.

Ainsi, les incendies concernent plus de 96% des évènements impliquant une unité de broyage de déchets.

III.1.4.b. Causes

Sur l'ensemble des évènements recensés, les causes exactes des évènements survenus sur des unités de broyage de déchets ont été identifiées dans 12 cas sur 31. Il s'agit :

- De chargement de produits inflammables ou incompatibles entre eux dans le broyeur, tels qu'une bonbonne de butane (ARIA 43 287), une pièce métallique au sein de déchets papiers-cartons (ARIA 42 653 et 24 172), des restes d'huile hydraulique dans des fûts métalliques endommagés (ARIA 40 287), des fûts de peinture usagés (ARIA 27 181), des boues d'anthracites contenant des substances pyrophoriques (ARIA 25 736), des solvants liquides (ARIA 23 629 et 21 244), des particules métalliques mélangées dans le produit inflammable broyé (ARIA 20 093) ;
- D'échauffement ou montée en température du broyeur (ARIA 41 464 et 22 539) ;
- De colmatage du vibrant d'alimentation du broyeur ayant entraîné l'échauffement du broyeur et in fine son explosion (ARIA 20 800).

III.1.4.c. Conséquences

Sur les 31 incidents / accidents recensés, dont une grande majorité d'incendie :

- 8 d'entre eux ont entraîné des dommages matériels (destruction de l'unité de broyage, voire des installations voisines, voire du bâtiment complet) notamment lorsque l'incendie se propage facilement à des zones de stockages limitrophes,
- 5 d'entre eux font état de blessés légers (il est à noter qu'aucun blessé grave ou décès n'est constaté sur l'ensemble des évènements recensés),
- 3 d'entre eux ont entraînés des périodes de chômage technique ou des mesures de replacement des employés vers d'autres sites lorsque les dégâts matériels ne permettent plus l'activité du site.

III.1.4.d. Conclusions

En conclusion, l'analyse de l'accidentologie montre que les accidents pouvant se produire au niveau des unités de broyage sont les suivants :

- Des incendies dans plus de 96% des cas recensés,
- Des explosions ayant déclenchées ou non des incendies, dans les autres cas.

Les moyens de protection, d'intervention et de prévention déjà existants sur des sites industriels qui ont permis une maitrise plus rapide du sinistre sont les suivants :

- Présence d'extincteurs et de RIA,
- Présence de poteaux d'incendie aux alentours du site et possibilité d'intervention rapide des pompiers,
- Présence de dispositifs de désenfumage automatique et d'alertes incendie,
- Présence de murs et portes coupe-feu permettant ainsi un compartimentage des installations,
- Présence de rétention correctement dimensionnées, que ce soit au niveau des stockages des produits liquides ou pour maintenir les eaux d'extinction d'incendie sur un site en cas de besoin.

Concernant les mesures correctives mises en place spécifiquement suite à un évènement impliquant une unité de broyage, on recense les mesures suivantes :

- Mise en place d'un détecteur automatique de flamme dans le broyeur,
- Mur coupe-feu aménagé entre le stockage et le bâtiment broyeur,
- Réseau incendie dédié aux différentes zones de stockage du site,
- Amélioration des accès pompiers aux différentes zones de stockages du site,
- Mise en place de contrôles par un organisme agréé (intégrité des installations électriques, fonctionnement de la centrale de détection incendie, remplissage et vérification des extincteurs utilisés),
- Amélioration de la désignation des déchets dans les certifications d'acceptation préalable pour éviter toute confusion,
- Mise en place d'un explosimètre dans le broyeur et système automatique associé entraînant :
    - l'arrêt de l'installation à 10% de la LIE,
    - le déclenchement des systèmes d'extinction automatique et de fermeture des portes coupe-feu à 40% de la LIE.

III.1.5. Accidents / incidents survenus liés au noir de carbone

Une analyse des retours d'expérience impliquant du noir de carbone a été faite. La base BARPI du site ARIA recense ainsi 16 incidents / accidents faisant état de noir de carbone et survenus en France entre le 28 avril 1978 et le 18 novembre 2012.

Sur ces 16 évènements mentionnés, le noir de carbone est directement à l'origine de l'accident dans 6 d'entre eux. Pour les 10 autres cas restants, le noir de carbone est la résultante de l'incendie et non la cause.

III.1.5.a. Types d'accident

L'analyse de l'accidentologie liée au noir de carbone fait état de :

- 2 cas de rejets à l'atmosphère,
- 4 cas d'incendies.

III.1.5.b. Causes

Dans les 2 cas de rejets à l'atmosphère, les causes sont les suivantes :

- Fuites liées à une corrosion, une déchirure des canalisations transportant du noir de carbone (ARIA 43049),
- Oubli de fermeture d'une trappe de visite sur un convoyeur à bandes (ARIA 43281).

Dans les 4 cas d'incendies où le noir de carbone est impliqué, les causes lorsqu'elles sont renseignées sont les suivantes :

- Phénomène électrostatique lors du déchargement d'un big bag de 350 kg de noir de carbone dans un bas mobile en acier de 300 L lié à un défaut de branchement de la prise de terre du bac mobile (ARIA 39836),
- Accumulation de poussières de savon et de noir de carbone dans une gaine avec réalisation d'un travail à chaud sur la gaine (ARIA 27958),
- Colmatage de poussières de noir de carbone dans une cheminée (ARIA 16213).

III.1.5.c. Conséquences

Dans les cas de rejets à l'atmosphère, les conséquences sont des salissures sur le voisinage. Une étude sanitaire avec réalisation de prélèvements dans l'environnement a été demandée par l'administration (Agence Régionale de Santé).

Dans les cas d'incendies, les conséquences sont notamment les suivantes :

- Arrêt temporaire de l'activité (évacuation du site),
- Blessés légers incommodés par les fumées,
- Hospitalisation dans les cas les plus graves,
- Dommages matériels et pertes d'exploitation.

III.1.5.d. Conclusions

En conclusion, l'analyse de l'accidentologie montre que les accidents impliquant du noir de carbone sont les suivants :

- Des rejets accidentels à l'atmosphère (2 cas recensés),
- Des incendies (4 cas recensés).

Les moyens de protection, d'intervention et de prévention déjà existants sur des sites industriels qui ont permis une maitrise plus rapide du sinistre sont les suivants :

- Présence d'extincteurs et de RIA,
- Présence de poteaux d'incendie aux alentours du site et possibilité d'intervention rapide des pompiers,
- Présence de dispositifs de désenfumage automatique et d'alertes incendie,
- Présence de murs et portes coupe-feu permettant ainsi un compartimentage des installations,

- Présence de rétention correctement dimensionnées, que ce soit au niveau des stockages des produits liquides ou pour maintenir les eaux d'extinction d'incendie sur un site en cas de besoin.

Concernant les mesures correctives mises en place spécifiquement suite à un évènement impliquant du noir de carbone, on recense les mesures suivantes :

- Dans les cas de rejets accidentels :
    - Mise en place de procédures et instructions pour assurer la maitrise des procédés et l'exploitation des installations de noir de carbone,
    - Mise en place d'un plan de surveillance des équipements,
    - Etude technico-économique des dispositions techniques retenues pour supprimer tous risques de rejets diffus de produit,
    - Etablissement d'un Plan d'Opération Interne (POI),
    - Réalisation d'une analyse des risques sanitaires et prélèvements dans l'environnement demandés par ARS.

- Dans les cas d'incendies :
    - Amélioration des équipements de mise à la terre passive des bacs aciers mobiles en installant des roues en carbone (permettant la mise à la terre même si l'opérateur oublie de connecter la prise de terre de ces bacs),
    - Interdiction de travail à chaud dans les hottes sans obturation de celles-ci,
    - Révision des procédures de travail notamment par point chaud et révision de la délivrance du permis de feu,
    - Note d'information du personnel sur les règles de sécurité,
    - Installation de diffuseurs d'eau dans les gaines de ventilation,
    - Installation de filtres à manches,
    - Révision des procédures et des caractéristiques des mélanges,
    - Révision des automatismes de coupure de ventilation et d'arrosage.

III.2. Accidents survenus sur le site de RVM à Coulombs

D'après M. Claude MAREUGE, directeur de la société RVM, seuls deux départs de feu ont eu lieu sur le site depuis le début de l'activité. Ils se sont tous deux déclenchés dans le système de filtres à manches du dépoussiéreur installé en sortie du four à pyrolyse.

Les deux départs de feu ont été rapidement maitrisés, n'entraînant aucun dommage humain.

Toutefois, les filtres ont dû être changés (coût financier de 25 000 euros), entraînant l'arrêt de l'installation de pyrolyse pendant plusieurs mois et donc une perte de production significative.

Suite à ces incidents, des sondes de températures ont été installées dans les gaines.

IV. CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGER

La caractérisation des potentiels de dangers nécessite au préalable une identification exhaustive des phénomènes dangereux susceptibles de survenir sur les installations étudiées.

Pour ce faire, l'étude de l'accidentologie, l'analyse des caractéristiques des produits et des conditions opératoires, et enfin le retour d'expérience des exploitants permettent d'identifier un maximum de phénomènes susceptibles de survenir sur les installations.

Au cours des différentes analyses de risques réalisées, certains phénomènes dangereux ont pu être identifiés. Dans ce cas, ils ont été progressivement étudiés et analysés (modélisations des effets ; détermination de la gravité, de la cinétique et de la probabilité d'occurrence, analyse des mesures de maîtrise des risques), en fonction de leur conséquence et au même titre que les phénomènes dangereux majeurs.

IV.1. Généralités sur les évènements accidentels pressentis

IV.1.1. Phénomène incendie

La présence sur le site de matières combustibles et de produits inflammables implique nécessairement un **risque incendie**.

IV.1.1.a. Rappels et définition

L'incendie est une combustion (oxydation) qui nécessite la conjugaison de trois éléments constituant le triangle du feu :

- Présence d'un combustible en quantité suffisante,
- Présence d'un comburant (oxygène de l'air),
- Présence d'une source d'énergie d'activation.

Le schéma ci-après représente ce triangle du feu.

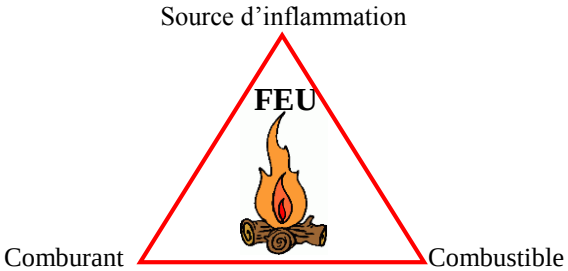


Figure III - 1 : Triangle de feu

Cette réaction de combustion libère une quantité d'énergie qui est transmise à l'environnement sous forme de chaleur. Trois mécanismes de transfert de chaleur sont mis en évidence :

- La *conduction* (avec le sol ou des objets/cibles situés dans la flamme). L'énergie échangée représente au plus quelques pourcentages de l'énergie totale libérée lors de la combustion (température au-dessus de la flamme : 300°C),

- La *convection* qui correspond aux mécanismes de transport par les gaz de combustion chauds. L'énergie convectée représente de 60 à 70% de l'énergie totale libérée par la combustion,
- Le *rayonnement* qui est le mode de transfert prépondérant dès que la cible se trouve hors du volume occupé par les flammes et à 2 fois leur hauteur. L'énergie rayonnée représente 30 à 40% de l'énergie totale libérée par la combustion.

Le schéma ci-dessous illustre cette répartition de l'énergie selon ces trois mécanismes.

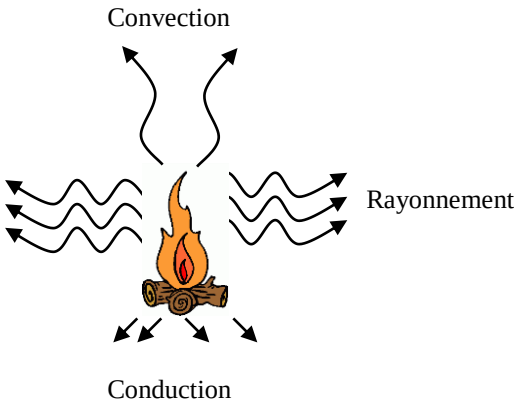


Figure III - 2 : Mécanismes de transfert de chaleur

Cas particulier du feu torche :

Dans l'environnement industriel, les feux torches peuvent survenir suite à des fuites accidentelles de fluides inflammables (gaz ou liquides) ou à des évacuations intentionnelles de sous-produits par l'intermédiaire de torchères (industries pétrolières).

Les feux torches accidentels proviennent en général des fuites à un raccord, ou à une vanne, de parois perforées ou de ruptures de canalisations. Ces fuites produisent des dards enflammés pouvant provoquer d'autres accidents (BLEVE, …).

Les conditions d'occurrence d'un feu torche sont les mêmes que celles présentées ci-avant.

Les conséquences du feu torche sont principalement d'ordre thermique. Les effets thermiques comptent deux modes de transfert : le rayonnement de la flamme et la convection forcée due à la vitesse du jet. Dans le cas particulier du feu de torche, la convection forcée est le mode de transfert prépondérant.

IV.1.1.b. Causes

Une source d'ignition peut être d'origines diverses. Compte tenu des activités présentes sur le site de RVM, les sources d'ignition potentielles suivantes sont identifiées selon le lieu du scénario :

- Échauffement résultant d'un dysfonctionnement (frottement mécanique anormal, défaut électrique, …) sur :
    - Une installation électrique,
    - Un transformateur,

- Les machines présentes sur le site (four à pyrolyse, broyeur…),
- Dysfonctionnement d'un chariot élévateur lors de la manutention (*),
- L'incendie d'un camion au niveau des aires de chargement et déchargement (*),
- Des travaux par points chauds à proximité, susceptibles de générer des flammes, étincelles, …. (*),
- Non-respect des consignes de sécurité (aux postes de travail, …), et notamment l'interdiction de fumer (*),
- Propagation d'un incendie survenant dans une zone voisine (stockages, benne à déchets DIS, …),
- La foudre,
- La malveillance.

(*) : À noter que certaines de ces sources d'ignition sont uniquement possibles en période de fonctionnement du site.

IV.1.1.c. Conséquences et effets domino

Sur les structures et les installations :

- Destruction (partielle ou totale) des bâtiments pouvant entrainer des périodes de chômage technique,
- Dommages matériels sur les installations situés dans les locaux mitoyens,
- Dommages hors des limites de propriétés en fonction de l'intensité de l'incendie,
- Extension de l'incendie vers d'autres zones de stockages, l'atelier de charge, la partie administrative, la zone du quai de réception/expédition,
- Et plus généralement, extension de l'incendie à la charpente et au bâtiment général.

Sur les personnes, l'organisation et l'environnement :

- Impact physique direct sur le personnel (et les personnes externes présentes momentanément) par brûlures et/ou inhalation de fumées toxiques résultantes de la combustion plus ou moins complète des marchandises stockées,
- Formation de fumées due à une combustion plus ou moins complète des différentes marchandises stockées, pouvant occasionner, des difficultés à l'évacuation du personnel et l'intervention des secours, une gêne visuelle pour l'évacuation, l'intervention des secours, et la circulation sur les routes proches,
- Impact potentiel sur les populations avoisinantes (inhalation des fumées, contrainte d'évacuation momentanée, …),
- Pollution de l'air,
- Contamination potentielle du réseau d'eaux du site, puis du milieu naturel par les eaux d'extinction d'incendie (susceptibles d'être polluées).

IV.1.1.d. Moyens de prévention, protection, détection et intervention existants

Les moyens généraux de prévention, de protection et de détection sont détaillés dans les items ci-après :

- Moyens de lutte et de protection contre un incendie :

  - Interdiction de fumer à l'intérieur du site,
  - Présence d'un Robinet d'Incendie Armé à l'intérieur du bâtiment,
  - Présence de plusieurs extincteurs (à poudre polyvalente PP, à eau pulvérisée EP, à CO_2), régulièrement répartis sur le site, et en nombre suffisant au regard des règles et normes en vigueur,
  - Intervention sur appel des pompiers de la commune (SDIS de Nogent-le-Roi),
  - Bassin de réserve d'eau de 300 m^3 satisfaisant au débit requis d'eau d'extinction du site de 120 m^3/h, soit 240 m^3 sur 2 heures,
  - Présence d'un poteau incendie délivrant 60 m^3/h à proximité immédiate du site,
  - Bassin de confinement des eaux d'incendie de 500 m^3,
  - Sorties de secours régulièrement disposées, repérées par une signalétique lumineuse et sur plans et un point de rassemblement,
  - Interdiction de stockage (même provisoire) au niveau des portes, moyens d'intervention et d'extinction,
  - Affichage des consignes et du plan d'évacuation.

- Moyens de réduction du risque d'incendie :

  - Présence quasi-permanente du personnel aux heures d'ouverture du site,
  - Accès limité à la partie process aux seules personnes y travaillant,
  - Surveillance et entretien/maintenance régulières des installations,
  - Paratonnerre installé,
  - Surveillance de l'installation de pyrolyse :
    - Surveillance continue de la température et report sur écran de contrôle,
    - Alarme automatique en cas de surchauffe.
  - Moyens de réduction du risque d'incendie en phase transitoire :
    - Arrêt de la production en cas de coupure d'électricité ou de dysfonctionnement,
    - Procédures de démarrage et d'arrêt de l'installation de pyrolyse,

Remarque : Les filtres du dépoussiéreur sont traités (siliconage contre le décolmatage) et ignifugés afin de réduire les risques d'incendie.

IV.1.1.e. Scénarii envisageables

Dans le cadre de l'activité qui est exercée sur le site de RVM et d'après les résultats de l'accidentologie, les scénarii « incendie » potentiellement présents sur le site sont les suivants :

Référence	Intitulé
Inc-1	Incendie du stockage de composites non traités - zone n°1
Inc-2	Incendie du stockage de big bag de noir de carbone - zone n°2
Inc-3	Incendie du stockage extérieur de composites et de produits métalliques humides – zone n°3
Inc-4	Incendie au droit du four à pyrolyse (four et/ou filtre) – zone n°11
Inc-5	Incendie au droit du broyeur – zone n°11
Inc-6	Incendie du stockage de palettes bois (neuves et cassées) – zone n°12

Tableau III - 9 : Scénarii incendie envisageables sur le site

IV.1.2. Phénomène de déversement

IV.1.2.a. Rappels et définition

En cas de détérioration de l'emballage / conditionnement d'un produit liquide stocké sous diverses formes (cuve, réservoir, fût, container,…) ou lors d'opération de manutention / transport de ces stockages, le produit liquide peut se déverser au sol et former une flaque.

Ces produits peuvent être :

- Absorbés par les sols (pollution des sols) suite à un écoulement de la flaque ou à un déversement en-dehors d'une surface imperméabilisée,
- Dirigés vers les eaux naturelles (eaux de nappe, eaux de surface,…) par l'intermédiaire des réseaux ou par écoulement naturel (pollution des eaux).

Ces pollutions peuvent entraîner des dommages pour la faune et la flore, ainsi que des risques sanitaires pour la population (en cas de présence de captage d'eau potable, par exemple).

La flaque de produit épandu peut aussi, dans certaines conditions, s'enflammer et être le point de départ d'un incendie ou d'une explosion.

Si les produits déversés sont volatils, ils peuvent s'évaporer et former un nuage de vapeur, qui peut être toxique, et causer alors une intoxication des populations proches. Une inflammation de ces vapeurs est également possible, si le produit déversé est inflammable.

IV.1.2.b. Causes

Les principales causes pouvant conduire à un déversement accidentel sont les suivantes :

- Renversement lors du remplissage d'un réservoir ou d'une cuve,
- Défaut de raccord ou flexible,
- Choc d'un charriot ou autre véhicule avec un contenant.

IV.1.2.c. Conséquences et effets dominos

Le déversement au sol de produits peut notamment engendrer les conséquences suivantes :

- Contamination du réseau d'eaux usées (si non intervention du personnel au moyen d'absorbant),
- Risques de blessures légères sur le personnel (les produits étant corrosifs).

IV.1.2.d. Moyens de prévention, protection, détection et d'intervention existants

Les moyens généraux de prévention, protection, détection sont détaillés dans les items ci-après :

- Pour éviter les mauvaises manipulations lors du remplissage des réservoirs :
    - Procédure de remplissage du réservoir,
    - Présence de personnel lors du remplissage du réservoir,

- Pour éviter les débordements / fuites sur un réservoir :
  - Réservoir implanté sur rétention,
  - Entretien et inspection du réservoir,
  - Contrôle visuel du niveau de remplissage du réservoir,

- Pour éviter l'épandage du produit suite à un débordement :
  - Systèmes de rétention amovible placé sous le camion lors du dépotage,
  - Dispositifs absorbants en cas de déversement.

IV.1.2.e. Scénarii envisageables

Dans le cadre de l'activité exercée sur le site de RVM et d'après les résultats de l'accidentologie, les scénarii « déversement » potentiellement présents sur le site sont présentés dans le tableau inséré ci-après :

Référence	Intitulé
Dev-1	Déversement de fioul lors du remplissage de la cuve – zone n°11

Tableau III - 10 : Scénarii déversement envisageables sur le site

IV.1.3. Phénomène d'explosion

IV.1.3.a. Définition et rappels

Le mot explosion recouvre un grand nombre de phénomènes physiques, dont notamment la combustion d'une atmosphère explosive en milieu confiné, l'éclatement d'une capacité, …

Ainsi, la source d'une explosion peut être :

- Une transformation physique (pneumatique, thermique, …),
- Une transformation chimique (combustion, décomposition, …).

Pour qu'une explosion se produise, six conditions doivent être réunies :

- Les trois conditions du triangle du feu (source d'ignition, comburant, et combustible),
- Les trois conditions spécifiques à l'explosion (comburant/combustible en mélange homogène, domaine d'explosivité, et confinement ou semi-confinement : présence d'obstacles).

Ces conditions sont schématisées dans l'hexagone de l'explosion ci-après.

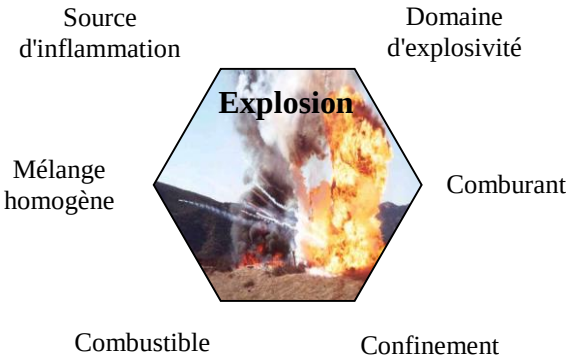


Figure III - 3 : Hexagone d'explosion

IV.1.3.b. Causes

Les principales causes qui pourront conduire à une explosion sur le site sont les suivantes :

- Erreur humaine à la suite de la réalisation de travaux de maintenance sur l'installation, erreur de manipulation,
- Travaux par points chauds, étincelle,
- Non-respect des consignes de sécurité (interdiction de fumer, utilisation du téléphone portable),
- Incendie débuté dans une zone voisine,
- Phénomènes naturels : mouvement de terrain, foudre, inondation par remontée de la nappe phréatique,
- Défaillance électrique,
- Malveillance.

IV.1.3.c. Conséquences et effets domino

Sur les structures et les installations :

- Destruction (partielle ou totale) du local,
- Dommages matériels sur les installations situés dans les locaux mitoyens,
- Dommages hors des limites de propriétés en fonction de la puissance de l'explosion.

Sur les personnes, l'organisation et l'environnement :

- Impact physique direct sur le personnel et les personnes externes présentes momentanément,
- Formation de fumées pouvant occasionner, des difficultés à l'évacuation du personnel et l'intervention des secours, une gêne visuelle pour l'évacuation, l'intervention des secours, et la circulation sur les routes proches,
- Pollution de l'air,
- Contamination potentielle du réseau d'eaux pluviales du site, puis du milieu naturel par les eaux d'extinction d'incendie (susceptibles d'être polluées).

IV.1.3.d. Moyens de prévention, protection, détection et intervention existants

Les moyens généraux de prévention, protection, détection sont détaillés dans les items ci-après :

- Pour éviter la formation d'atmosphères explosibles :
  - Nettoyage / dépoussiérage régulier des installations et des postes de travail,
  - Aération / ventilation du bâtiment principal d'activités,
- Pour éviter toute source de chaleur à proximité d'un équipement à haute pression :
  - Stockage des bouteilles de gaz à distance de toute source de chaleur,
  - Plan de prévention (en cours de mise en place),
- Pour éviter toute étincelle liée à un phénomène électrique / électrostatique :
  - Mise à la terre des équipements et contrôles des installations électriques,
  - Protection contre la foudre existante sur le site (paratonnerre),
  - Analyse du Risque Foudre réalisée selon les prescriptions de l'arrêté du 19 juillet 2011,
- Pour limiter les effets « missiles » des débris projetés :
  - Stockage des bouteilles de gaz dans une cage grillagée et fermée à clef,
- Pour éviter tout acte de malveillance :
  - Clôture du site et détecteur d'intrusion avec report d'alarme.

Remarque : les deux bouteilles de gaz propane (une bouteille connectée et une bouteille stockée) dédiées à l'alimentation du chauffe-eau du pavillon ne sont pas enfermées dans une cage grillagée. Elles représentent 70 kg de propane.

IV.1.3.e. Scénarii envisageables

Dans le cadre de l'activité exercée sur le site de RVM et d'après les résultats de l'accidentologie, les scénarii explosion potentiellement présents sur le site sont présentés dans le tableau inséré ci-après :

Référence	Intitulé
Exp-1	Explosion des bouteilles de gaz dédiées aux charriots
Exp-2	Explosion des bouteilles de gaz dédiées au chauffe-eau du pavillon

Tableau III - 11 : Scénarii explosion envisageables sur le site

V. ESTIMATION DES CONSEQUENCES DE LA CONCRETISATION DES DANGERS

Les conséquences de ces phénomènes dangereux sont des atteintes sur les biens, l'environnement et les personnes. Celles-ci sont présentées plus en détail dans le tableau suivant.

Phénomène dangereux	Effet associé	Conséquences potentielles		
		Humaines	Matérielles	Environnementales
Incendie zones de stockage des matières combustibles (composites, produits métalliques humides, noir de carbone), four à pyrolyse, broyeur	**Incendie**	Impact physique direct par brûlures et/ou inhalation de fumées toxiques résultantes de la combustion des marchandises stockées Gêne visuelle pour l'évacuation	Dommages sur l'installation et celles à proximité Extension de l'incendie à l'ensemble des installations voisines et situées dans les autres pièces	Pollution de l'air Formation de fumées due à une combustion plus ou moins complète des différentes marchandises stockées Contamination potentielle du réseau d'eaux du site, puis du milieu naturel par les eaux d'extinction d'incendie (susceptibles d'être polluées)
Déversement cuve fioul	**Déversement**	Risques de blessures légères sur le personnel (le fioul étant nocif)	-	Contamination du réseau d'eaux usées (si non intervention du personnel au moyen d'absorbant)
Explosion des bouteilles de gaz	**Surpression**	Blessures pouvant être graves voir mortelles si présence de personnels dans les locaux lors de l'explosion Difficultés d'évacuation du site par le personnel en cas de formation de fumées	Destruction partielle ou totale de la chaudière Atteintes des unités à proximités (bris de glaces, voir incendie), ou des installations hors du site selon intensité de l'explosion	Pollution de l'air Contamination potentielle du réseau d'eau pluviale du site puis du milieu naturel par les eaux d'extinction d'incendie (susceptibles d'être polluées)

Tableau III - 12 : Estimation des conséquences de la concrétisation des dangers

VI. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGER

Dans le présent paragraphe, nous nous attachons à examiner les possibilités techniques et économiques permettant de réduire à la source les potentiels de dangers identifiés et retenus dans la précédente partie par modification des produits utilisés et/ ou des process utilisés.

Tous les potentiels de dangers présentés précédemment ne peuvent faire l'objet de réduction à la source. En effet, il n'est pas possible d'agir sur l'origine des potentiels de dangers tels que la foudre, les inondations et la malveillance. Seules des mesures de prévention et/ou de protection seront alors mises en œuvre, sans toutefois réduire le potentiel de danger en lui-même.

VI.1. Généralités sur les réductions des potentiels de danger

À défaut d'étude technico-économique sur le sujet, les possibilités d'amélioration de la sécurité sont examinées par l'observation de quatre principes énoncés ci-après.

VI.1.1. Principe de substitution

Celui-ci consiste à remplacer un produit par un autre aux propriétés moins dangereuses (idéalement sans aucun caractère dangereux), mais qui permettra tout autant de remplir la ou les mêmes fonctions (ex : solvant, réactif, …) selon des critères et exigences de fabrication et de qualité fixées.

Les produits comme le gaz sous pression ne peuvent pas être remplacés.

VI.1.2. Principe d'intensification

Il s'agit d'intensifier l'exploitation en minimisant les quantités de substances dangereuses.

VI.1.3. Principe d'atténuation

Il s'agit de définir des conditions opératoires ou de stockages moins dangereux.

Les stockages extérieurs sont éloignés des limites de propriété et dissimulés autant que possible par rapport à l'angle de vue depuis l'extérieur de façon à éviter les actes de malveillance.

VI.1.4. Principe de limitation des effets

Il s'agit de concevoir l'installation de telle façon à réduire les impacts et effets d'un évènement accidentel.

L'ensemble des aires de stockage extérieures et intérieures, ainsi que les aires de stationnement est imperméabilisé de façon à éviter toute pollution des sols.

VI.2. Typologie des barrières

Les barrières, autrement appelées Mesures de Maitrise des Risques (MMR), sont des éléments qui interviennent en vue de prévenir l'apparition de dysfonctionnements, de dérives de process ou bien, qui visent à empêcher ou minimiser les conséquences de la réalisation d'un accident. Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, pour être qualifiés de mesure de maitrise des risques, les éléments qui la composent doivent être **nécessaires et suffisants** pour assurer une fonction de sécurité.

On distingue parmi ces mesures de maitrise des risques, les différents types de barrières suivant :

- Qu'elles nécessitent un apport d'énergie ou non,
- Qu'elles s'inscrivent dans un système,
- Le moment auquel elles interviennent dans le déroulement du scénario d'accident.

On retrouve ainsi les types de mesures de maitrise des risques suivants, dont les définitions sont détaillées par la suite :

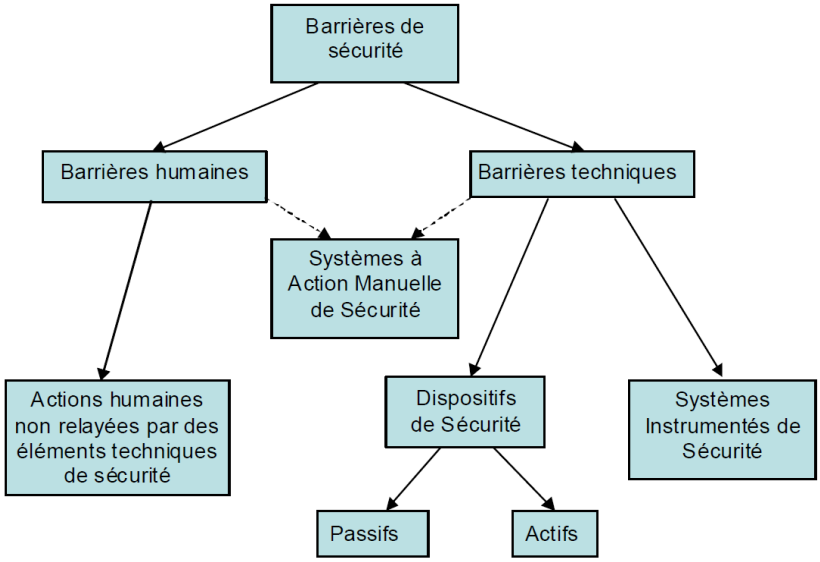


Figure III - 4 : Synoptique des types de barrières

VI.2.1. Barrières humaines

Les barrières humaines de sécurité sont constituées d'une activité humaine (une ou plusieurs opérations) qui s'oppose à l'enchaînement d'évènements susceptibles d'aboutir à un accident.

On distingue 2 types de barrières humaines :

- Les mesures de **pré-dérive** (MPD),
- Les mesures de **rattrapage de dérive** (MRD).

VI.2.1.a. Mesures de pré-dérive (MPD)

Il s'agit de barrières qui interviennent en amont d'une activité ou du démarrage du procédé susceptible de présenter des risques d'accident majeur et consistent en la préparation de cette

activité, sous l'angle de la sécurité : la fonction de sécurité sera de vérifier que les conditions d'occurrence d'un scénario d'accident sont maîtrisées préalablement à une activité à risques.

Un exemple de barrière de pré-dérive est l'opération de contrôle de l'étanchéité d'un circuit conditionnant la mise en service du circuit.

VI.2.1.b. Mesures de rattrapage de dérive (MRD)

Elles prennent place au cours (ou en aval) de l'activité ou du procédé susceptible de présenter des risques d'accident majeur et dont la fonction de sécurité sera de détecter une dérive prévue et d'agir en vue de limiter ses conséquences. L'action de ces barrières s'inscrit dans la cinétique de la séquence incidentelle ou accidentelle.

Un exemple de barrière de rattrapage de dérive est l'action de fermeture manuelle d'une vanne suite à la détection visuelle d'une augmentation anormale de la pression d'un réacteur.

VI.2.2. Systèmes à action(s) manuelle(s) de sécurité (SAMS)

Lorsque la barrière est composée d'éléments techniques de sécurité entrant dans une chaîne de sécurité, on parle de Système à Action Manuelle de Sécurité (SAMS).

Un exemple de SAMS est l'action de mise en sécurité de l'installation par actionnement d'un bouton d'arrêt d'urgence suite à une détection de fuite de gaz au cours d'une ronde de surveillance.

VI.2.3. Barrières techniques

VI.2.3.a. Dispositifs de sécurité

Un dispositif de sécurité est en général un élément unitaire, autonome, ayant pour objectif de remplir une fonction de sécurité, dans sa globalité. On distingue 2 types de dispositifs de sécurité : actifs et passifs.

Le tableau ci-dessous présente des exemples de dispositifs classés selon leur type.

Dispositifs actifs	Dispositifs passifs
Soupape de sécurité	Mur de confinement
Clapet anti-retour	Toit flottant de bac
Double clapet de retour	Mur coupe-feu sans ouverture
Clapet excès de débit	Talus de réservoirs
Events de respiration de bac avec ressort	Events de respiration de bac sans ressort
	Arrête-flamme
	Ignifugeage
	Disque de rupture
	Cuvette de rétention
	Ecran de protection mécanique ou thermique
	Réducteur de débit sans ressort

Tableau III - 13 : Exemples de dispositifs de sécurité

A. Dispositifs actifs

Les dispositifs **actifs** mettent en jeu des dispositifs mécaniques (ressort, levier…) pour remplir leur fonction.

On retrouve notamment dans cette catégorie les soupapes de décharge et les clapets limiteurs de débit. Ils peuvent nécessiter une source d'énergie externe pour fonctionner.

Remarque : une vanne de sécurité n'est pas considérée comme un dispositif de sécurité, car elle n'assure pas à elle seule une fonction de sécurité dans sa globalité. Il faut une action humaine et/ou une source d'énergie externe pour l'actionner.

B. Dispositifs passifs

Les dispositifs passifs ne mettent en jeu aucun système mécanique pour remplir leur fonction et qui ne nécessitent ni action humaine (hors intervention de type maintenance), ni action d'une mesure technique, ni source d'énergie externe pour remplir leur fonction.

On retrouve notamment dans cette catégorie les cuvettes de rétention, les disques de rupture, les arrête-flammes ainsi que les murs coupe-feu.

VI.2.3.b. Systèmes instrumentés de sécurité (SIS)

Les **systèmes instrumentés de sécurité** sont des combinaisons de capteurs, d'unité de traitement et d'actionneurs (équipements de sécurité) ayant pour objectif de remplir une fonction ou sous-fonction de sécurité. Un S.I.S. nécessite une énergie extérieure pour initier ses composants et mener à bien sa fonction de sécurité.

Schématiquement, un système instrumenté de sécurité est composé :

- D'une sous-fonction « détection » : Cette sous-fonction de sécurité peut être assurée par différents détecteurs de paramètres (pression, température, débit, concentration…),
- D'une sous-fonction « traitement de l'information » : Elle peut se résumer simplement à acquérir une grandeur mesurée par un capteur et à l'indiquer. Elle peut aussi consister à activer la commande d'un ou plusieurs actionneurs à partir d'une fonction combinatoire des informations délivrées par différents capteurs,
- D'une sous-fonction « action » : La sous-fonction "action" est réalisée par des actionneurs et des éléments terminaux. Les actionneurs transforment un signal (électrique, pneumatique ou hydraulique) en phénomène physique qui permet de commander l'élément terminal (démarrage d'une pompe, fermeture ou ouverture d'une vanne…).

VI.3. Présentation des barrières par potentiel de danger

Durant l'analyse des scénarii, les barrières seront donc identifiées et caractérisées selon ces critères.

Les tableaux insérés en pages suivantes détaillent les barrières présentes sur le site qui sont associées aux risques identifiés dans l'analyse préliminaire des risques (Cf. paragraphe VII.2).

VI.3.1. Mesures de Maitrise du Risque « incendie »

Fonction de sécurité	Evènement initiateur / Evènement central	Barrière / Chaine de barrière	Type de barrière	Temps de réponse	Niveau de confiance
Éviter les sources d'ignition et le départ de feu	**Acte de malveillance**	Site clôturé	Technique (passive)	Immédiat	-
		Bâtiments fermés à clef en dehors des périodes de production	Humaine (pré-dérive)	-	-
		Détecteurs d'intrusion avec report d'alarme (télésurveillance)	Technique (SIS)	Immédiat	Contrôle de passage
	Foudre et électricité statique	Paratonnerre	Technique (passive)	Immédiat	Installations aux normes et régulièrement contrôlée
		Mise à la terre des équipements et installations	Technique (passive)	Immédiat	
		ARF réalisée selon les prescriptions de l'arrêté du 19 juillet 2011	Technique (passive)	Immédiat	
	Défaillance électrique	Entretien et contrôle des installations électriques	Humaine (pré-dérive)	-	Vérification régulière (voir *annexe III-3*)
		Conformité réglementaire des machines	Technique (passive)	Immédiat	Installations aux normes et régulièrement contrôlées
		Entretien et contrôle des charriots élévateurs	Humaine (pré-dérive)	-	Contrôle régulier des charriots
	Imprudence fumeur	Interdiction de fumer sur le site	Humaine (pré-dérive)	-	-
	Point chaud / travaux de maintenance	Plan de prévention	Humaine (pré-dérive)	-	-
		Intervention par un électricien habilité	Humaine (pré-dérive)	-	Habilitation
	Surchauffe de la pyrolyse	Détecteur de température avec report d'alarme sonore et visuelle en cas de surchauffe de l'installation de pyrolyse	Technique (SIS)	Immédiat	Contrôle régulier
Éviter la propagation de l'incendie	**Départ de feu non maîtrisé**	Extincteurs RIA	Technique (SAMS)	Quelques minutes seulement suite à la détection de l'incendie	Conception adaptée Contrôle et entretiens
Lutter contre l'incendie	**Incendie**	Bassin de réserve d'eau de 300 m^3	Technique (SAMS)	Quelques minutes seulement	Conception adaptée
		Bassin de rétention des eaux d'extinction de 500 m^3	Technique (SAMS)	Quelques minutes seulement	Conception adaptée

Tableau III - 14 : Mesures de Maitrise du Risque « incendie »

VI.3.2. Mesures de Maitrise du Risque « explosion »

Fonction de sécurité	Evènement initiateur / Evènement central	Barrière / Chaine de barrière	Type de barrière	Temps de réponse	Niveau de confiance
Éviter la formation d'atmosphères explosibles	**Poussières**	Nettoyage / dépoussiérage régulier des installations	Humaine (pré-dérive)	-	Cahier de suivi
		Aération / ventilation du bâtiment d'activités	Technique (passive)	-	-
Éviter les sources d'ignition	**Point chaud**	Plan de prévention (en cours d'élaboration)	Humaine (pré-dérive)	-	-
		Stockage des équipements sous pression à distance de toute source de chaleur	Humaine (pré-dérive)	-	Emplacement réservé au stockage des bouteilles de gaz
		Conformité électrique (installations électriques mises à la terre)	Humaine (pré-dérive)	-	Contrôle par un électricien habilité
	Electricité statique	Mise à la terre des équipements	Technique (passive)	-	Conception adaptée
	Défaillance électrique	Entretien et contrôle des installations électriques	Humaine (pré-dérive)	-	Vérification régulière (voir 🗁 ***annexe III-3***)
	Foudre	Protection contre la foudre existante sur le site	Technique (passive)	Immédiat	Installation aux normes et régulièrement contrôlée
		ARF réalisée selon les prescriptions de l'arrêté du 19 juillet 2011	Technique (passive)	Immédiat	Installation aux normes et régulièrement contrôlée
	Acte de malveillance	Site clôturé	Technique (passive)	Immédiat	-
		Bâtiments fermés à clef en-dehors des périodes de production	Humaine (pré-dérive)	-	-
		Détecteurs d'intrusion avec report d'alarme (télésurveillance)	Technique (SIS)	Immédiat	Contrôle de passage
Limiter les effets « missiles » d'une explosion	**Projection de débris à grande vitesse**	Stockage des bouteilles de gaz dans une cage grillagée prévue à cet effet	Technique (passive)	Immédiat	Installation aux normes

Tableau III - 15 : Mesures de Maitrise du Risque « explosion »

VI.3.3. Mesures de Maitrise du Risque « déversement »

Fonction de sécurité	Evènement initiateur / Evènement central	Barrière / Chaine de barrière	Type de barrière	Temps de réponse	Niveau de confiance
Éviter les déversements de produits liquides (cuve fioul)	**Mauvaise manipulation**	Procédure de remplissage de la cuve	Humaine (pré-dérive)	Immédiat	Personnel équipé et formé
		Présence du personnel pendant le remplissage de la cuve	Humaine (pré-dérive)	Immédiat	Personnel équipé et formé
	Fuite	Cuve de fioul stockée dans une rétention bétonnée sur lit de sable	Technique (passive)	Immédiat	Conception adaptée
		Inspection régulière de la cuve	Humaine (pré-dérive)	-	-
		Contrôle visuel du niveau de la cuve	Humaine (pré-dérive)	-	-
Eviter l'épandage de produits liquides (fioul)	**Epandage du fioul**	Rétention amovible lors du dépotage	Technique (passive)	Immédiat	Conception adaptée
		Dispositifs absorbants en cas de déversement	Humaine (rattrapage de dérive)	Quelques secondes à quelques minutes après déversement	-

Tableau III - 16 : Mesures de Maitrise du Risque « déversement »

VII. ANALYSE DES RISQUES

VII.1. Méthodologie

VII.1.1. Démarche de l'analyse des risques

À partir des potentiels de dangers identifiés dans la partie III du présent rapport et de l'estimation des conséquences de la concrétisation de ces derniers, la démarche d'analyse des risques appliquée s'articule en 3 étapes schématisées par la figure qui suit.

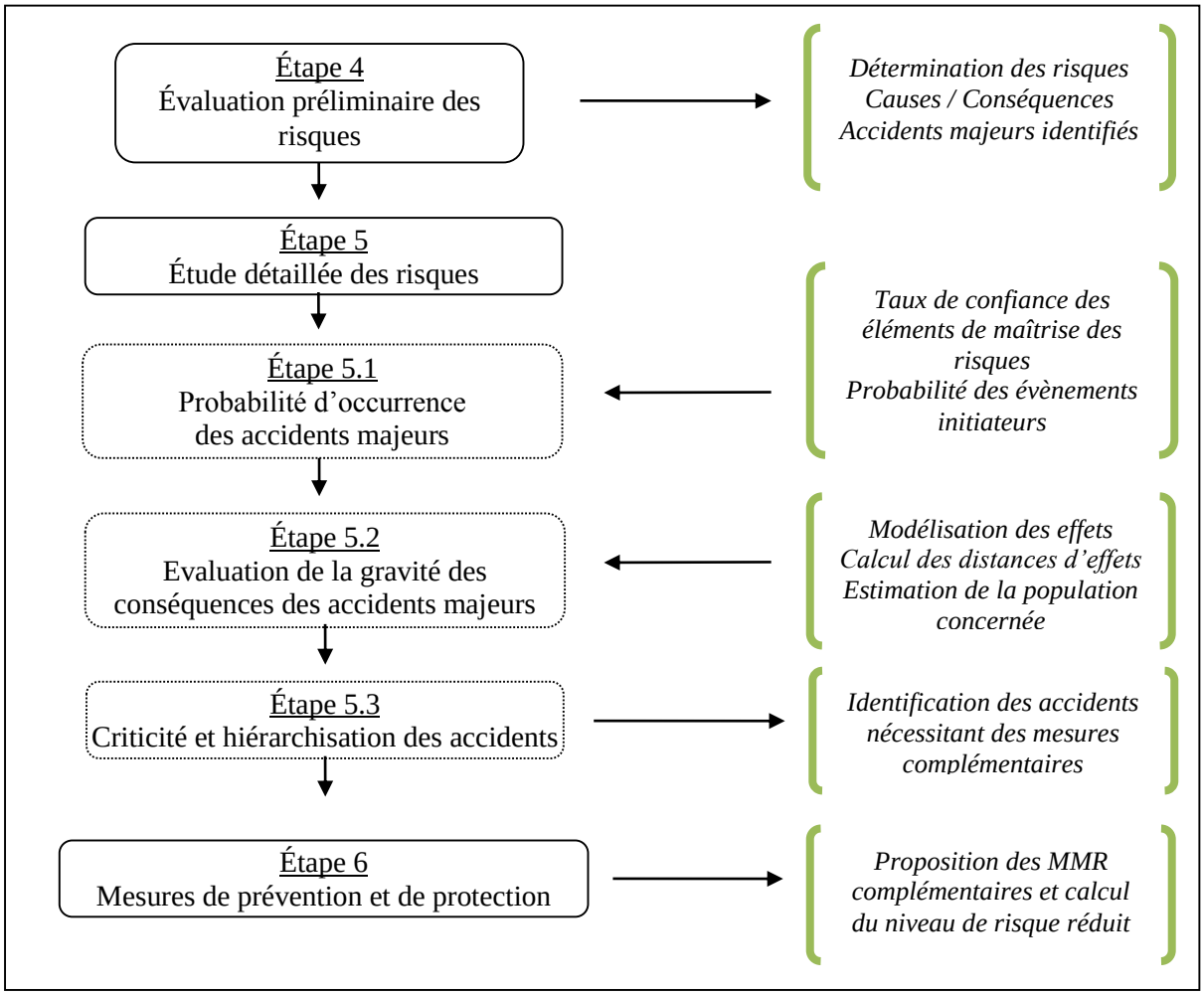


Figure III - 5 : Démarche de l'analyse des risques

L'analyse préliminaire des risques (étape 4) permet d'évaluer le niveau de risque potentiel présenté par le phénomène dangereux retenu et d'identifier les accidents majeurs devant faire l'objet d'une étude détaillée.

Par la suite, l'étape 5 concerne l'évaluation détaillée des risques associés aux accidents majeurs. Pour cela, la méthodologie appliquée se décompose en 3 sous-étapes :

- L'estimation de la probabilité d'occurrence des accidents représentée sous forme d'un schéma de type « nœud papillon »,
- L'évaluation des conséquences de l'accident en termes de gravité des effets sur la population : cette évaluation est réalisée au moyen de modèle de calcul des distances d'effets,
- La caractérisation de la criticité des accidents majeurs étudiés en termes de risques et hiérarchisation des moyens de prévention et de protection à mettre en place.

L'étape 6 détaille les moyens de prévention et de protection à mettre en place afin de réduire les risques, ainsi que leur ordre de priorité de mise en œuvre. Ainsi, après une nouvelle estimation des conséquences réduites et de la probabilité d'occurrence du scénario développé, il sera possible de définir le niveau d'acceptabilité du risque final avec intégration des mesures complémentaires.

En conclusion, le positionnement du scénario évalué dans une grille de criticité conclura l'étude des dangers du site.

VII.1.2. Éléments pour la cotation

VII.1.2.a. Fréquence d'occurrence / Classe de probabilité des évènements initiateurs

La fréquence d'occurrence d'un évènement initiateur sera selon les probabilités indiquées dans l'annexe 1 du rapport de l'INERIS « DRA – PREV – 2005 – 46036 – Opération J – Probabilité – Partie 2 : Données quantifiées ».

Elles sont traduites en classe de probabilité définies dans l'arrêté du 29 septembre 2005. Ces critères sont inchangés dans la circulaire du 10 mai 2010.

Évaluation qualitative		**Probabilité**	**Correspondance par unité et par an**	**Classe de probabilité selon l'arrêté du 29/09/2005 et la circulaire du 10 mai 2010**
Terminologie	**Critères de qualification**			
Évènement possible, mais extrêmement peu probable	N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années	10^{-6}	1 fois tous les 1 000 000 d'années	E
Évènement très improbable	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité, mais à fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	10^{-5}	1 fois tous les 100 000 ans	D
Évènement improbable	Un évènement 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	10^{-4}	1 fois tous les 10 000 ans	C
Évènement probable	S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation	10^{-3}	1 fois tous les 1 000 ans	B
Évènement courant	Se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation, malgré d'éventuelles mesures correctives	10^{-2} 10^{-1} 10^{0} 10^{1} 10^{2}	1 fois tous les 100 ans 1 fois tous les 10 ans 1 fois par an 10 fois par an 100 fois par an	A

Tableau III - 17 : Classe de probabilité

VII.1.2.b. Gravité des conséquences du phénomène dangereux

La cotation du niveau de gravité du phénomène dangereux est basée sur la grille présentée à l'annexe 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation. Cette grille de gravité est présentée ci-dessous :

Niveau de gravité des conséquences	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	Zone délimitée par le seuil des effets létaux	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine
Modéré	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à 1 personne
Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
Désastreux	Plus de 10 personnes exposées (1)	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
(1) Personne exposée : en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ces effets le permettent.			

Tableau III - 18 : Niveau gravité en fonction des conséquences des phénomènes dangereux

VII.1.2.c. Grille de criticité

Les différents phénomènes étudiés seront placés dans la grille de criticité définie dans la circulaire du 29 septembre 2005 relative aux critères d'appréciation de la démarche de maitrise des risques d'accidents susceptibles de survenir dans les établissements dits « SEVESO », visés par l'arrêté du 10 mai 2000 modifié.

Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque	**Probabilité (sens croissant de E vers A)**				
	E Possible mais extrêmement peu probable	**D Très improbable**	**C Improbable**	**B Probable**	**A Courant**
5 – Désastreux	MMR Rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2	NON Rang 3	NON Rang 4
4 – Catastrophique	MMR Rang 1	MMR Rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2	NON Rang 3
3 – Important	MMR Rang 1	MMR Rang 1	MMR Rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2
2 – Sérieux			MMR Rang 1	MMR Rang 2	NON Rang 1
1 - Modéré					MMR Rang 1

Tableau III - 19 : Grille de criticité

Cette grille délimite trois zones de risque accidentel :

- Une zone de risque élevé, figurée par le mot « NON »,
- Une zone de risque intermédiaire, figurée par le sigle « MMR » (mesures de maîtrise des risques), dans laquelle une démarche d'amélioration continue est particulièrement pertinente, en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation,
- Une zone de risque moindre, qui ne comporte ni « NON » ni « MMR ».

La gradation des cases « NON » ou « MMR » en « rangs », correspond à un risque croissant, depuis le rang 1 jusqu'au rang 4 pour les cases « NON » et depuis le rang 1 jusqu'au rang 2 pour les cases « MMR ». Cette gradation correspond à la priorité que l'on peut accorder à la réduction des risques, en s'attachant d'abord à réduire les risques les plus importants (rangs les plus élevés).

VII.2. Analyse préliminaire des risques

VII.2.1. Analyse de risque des différents phénomènes dangereux

L'analyse préliminaire des risques a pour objectif d'identifier les dangers d'une installation et ses causes, d'évaluer la gravité des conséquences. L'identification des dangers est effectuée grâce à l'expérience et à la connaissance.

Une analyse préliminaire des risques inclue en plus une estimation de la probabilité d'occurrence des situations dangereuses et des accidents potentiels ainsi que leurs effets et conséquences, ce qui permet de proposer des mesures pour les supprimer.

Les tableaux insérés en pages suivantes ont pour objectif de synthétiser l'ensemble des scénarii potentiellement envisageables sur le site de RVM afin de les écarter ou non de l'analyse détaillée des risques.

Les informations qui y sont présentées sont les suivantes :

- Les causes,
- Les modes de fonctionnement,
- Les barrières (moyens d'intervention, d'intervention et de protection),
- Les effets et conséquences des dangers,
- Les effets dominos potentiels,
- La retenue ou non des scénarii pour l'Analyse Détaillée des Risques et les commentaires.

Référence	Evènement		Barrières		Conséquences		Analyse Détaillée des Risques	
	Evènement indésirable	**Causes**	**Moyens de prévention**	**Moyens d'intervention et de protection**	**Effets et conséquences du danger**	**Effets dominos possibles**	**Scénario développé dans l'ADR (oui / non)**	**Commentaires et observations sur le fait de retenir ou de ne pas retenir ce potentiel de danger pour l'ADR**
Zone n°1 – Dalle bétonnée servant au stockage des composites en big bag								
Inc-1	**Incendie de la zone de stockages des composites en big bag** **(500 m³)**	Imprudence fumeur Foudre Travaux par point chaud Acte de malveillance Dysfonctionnement électrique ou matériel (éclairage, armoire électrique, …) Dysfonctionnement chariot de manutention Effet domino : propagation d'un incendie provenant d'une autre zone du site	Interdiction de fumer à l'intérieur du site Protection contre la foudre ARF réalisé selon les prescriptions de l'arrêté du 19 juillet 2011 Plan de prévention (en cours d'élaboration) Site clôturé et sous surveillance (système anti-intrusion + alarme) Maintenance des installations électriques par un électricien habilité Contrôle et maintenance des charriots élévateurs	Présence de plusieurs extincteurs adaptés (poudre, eau, CO_2) Présence d'un Robinet d'Incendie Armé (RIA) Réserve d'eau incendie (bassin de 300 m³) Dalle étanche avec système de collecte et de confinement des eaux d'incendie (bassin de 500 m³)	Dégâts matériels et blessures sur les personnes par effet thermique Effets toxiques des fumées d'incendie Pollution des eaux et des sols par les eaux d'extinction	Développement de l'incendie à l'ensemble du site Dispersion de fumées autour du site pouvant perturber la circulation sur les axes routiers	**OUI**	Volume important de produits combustibles en présence de plastiques (big bag) Matières premières issues de la filière « déchets » en attente de traitement donc en conditionnement brut
Zone n°2 – Dalle bétonnée servant au stockage du noir de carbone en big bag								
Inc-2	**Incendie de la zone de stockage du noir de carbone en big bag** **(58 m³)**	Imprudence fumeur Foudre Travaux par point chaud Acte de malveillance Dysfonctionnement électrique ou matériel (éclairage, armoire électrique, …) Dysfonctionnement chariot de manutention Effet domino : propagation d'un incendie provenant d'une autre zone du site	Interdiction de fumer à l'intérieur du site Protection contre la foudre ARF réalisé selon les prescriptions de l'arrêté du 19 juillet 2011 Plan de prévention (en cours d'élaboration) Site clôturé et sous surveillance (système anti-intrusion + alarme) Maintenance des installations électriques par un électricien habilité Contrôle et maintenance des charriots élévateurs	Présence de plusieurs extincteurs adaptés (poudre, eau, CO_2) Présence d'un Robinet d'Incendie Armé (RIA) Réserve d'eau incendie (bassin de 300 m³) Dalle étanche avec système de collecte et de confinement des eaux d'incendie (bassin de 500 m³)	Dégâts matériels et blessures sur les personnes par effet thermique Effets toxiques des fumées d'incendie Pollution des eaux et des sols par les eaux d'extinction	Développement de l'incendie à l'ensemble du site Dispersion de fumées autour du site pouvant perturber la circulation sur les axes routiers	**OUI**	Matière combustible stockée à proximité de la zone n°1 où sont stockés également des produits combustibles

Tableau III - 20 : Analyse préliminaire des risques (1 / 5)

Référence	Evènement		Barrières		Conséquences		Analyse Détaillée des Risques	
	Evènement indésirable	**Causes**	**Moyens de prévention**	**Moyens d'intervention et de protection**	**Effets et conséquences du danger**	**Effets dominos possibles**	**Scénario développé dans l'ADR (oui / non)**	**Commentaires et observations sur le fait de retenir ou de ne pas retenir ce potentiel de danger pour l'ADR**
Zone n°3 – Bâtiment extérieur de stockage des produits métalliques humides								
Inc-3	**Incendie de la zone de stockage des produits métalliques humides** **(270 m³)**	Imprudence fumeur Foudre Travaux par point chaud Acte de malveillance Dysfonctionnement électrique ou matériel (éclairage, armoire électrique, …) Dysfonctionnement chariot de manutention Effet domino : propagation d'un incendie provenant d'une autre zone du site	Interdiction de fumer à l'intérieur du site Protection contre la foudre ARF réalisé selon les prescriptions de l'arrêté du 19 juillet 2011 Plan de prévention (en cours d'élaboration) Site clôturé et sous surveillance (système anti-intrusion + alarme) Maintenance des installations électriques par un électricien habilité Contrôle et maintenance des charriots élévateurs	Présence de plusieurs extincteurs adaptés (poudre, eau, CO_2) Présence d'un Robinet d'Incendie Armé (RIA) Réserve d'eau incendie (bassin de 300 m³) Dalle étanche avec système de collecte et de confinement des eaux d'incendie (bassin de 500 m³)	Dégâts matériels et blessures sur les personnes par effet thermique Effets toxiques des fumées d'incendie Pollution des eaux et des sols par les eaux d'extinction	Développement de l'incendie à l'ensemble du site Dispersion de fumées autour du site pouvant perturber la circulation sur les axes routiers	**OUI**	Volume important de produits combustibles en présence de plastiques (big bag) Matières premières issues de la filière « déchets » en attente de traitement donc en conditionnement brut
Zone n°11 – Bâtiment d'activités								
Inc-4	**Incendie du four à pyrolyse (ou du système de filtration des gaz)**	Surchauffe de l'installation Mauvaise utilisation Dysfonctionnement électrique Effet domino : propagation d'un incendie provenant d'une autre zone du site	Capteurs de température, écrans de contrôle de la température devant l'opérateur, système d'arrêt automatique de l'alimentation du four en cas d'élévation de la température Filtres à manches ignifugés Personnel formé à l'utilisation de l'installation Maintenance des installations électriques par un électricien habilité Contrôle et maintenance de l'installation de pyrolyse	Présence de plusieurs extincteurs adaptés (poudre, eau, CO_2) Présence d'un Robinet d'Incendie Armé (RIA) Réserve d'eau incendie (bassin de 300 m³) Dalle étanche avec système de collecte et de confinement des eaux d'incendie (bassin de 500 m³)	Dégâts matériels et blessures sur les personnes par effet thermique Effets toxiques des fumées d'incendie Pollution des eaux et des sols par les eaux d'extinction	Développement de l'incendie à l'ensemble du site Dispersion de fumées autour du site pouvant perturber la circulation sur les axes routiers	**NON**	Process fonctionnant à une **teneur appauvrie en oxygène** (conditions d'un départ de feu non réunies) Température surveillée en continu => risque d'incendie lié à une montée en température de l'installation limité.

Tableau III - 21 : Analyse préliminaire des risques (2 / 5)

Référence	Evènement		Barrières		Conséquences		Analyse Détaillée des Risques	
	Evènement indésirable	**Causes**	**Moyens de prévention**	**Moyens d'intervention et de protection**	**Effets et conséquences du danger**	**Effets dominos possibles**	**Scénario développé dans l'ADR (oui / non)**	**Commentaires et observations sur le fait de retenir ou de ne pas retenir ce potentiel de danger pour l'ADR**
Zone n°11 – Bâtiment d'activités								
Inc- 5	**Incendie du broyeur**	Echauffement / montée en température du broyeur Chargement de produits inflammables ou incompatibles entre eux Dysfonctionnement électrique Effet domino : propagation d'un incendie provenant d'une autre zone du site	Personnel formé à l'utilisation de l'installation Maintenance des installations électriques par un électricien habilité Contrôle et maintenance réguliers du broyeur	Présence de plusieurs extincteurs adaptés (poudre, eau, CO_2) Présence d'un Robinet d'Incendie Armé (RIA) Réserve d'eau incendie (bassin de 300 m^3) Dalle étanche avec système de collecte et de confinement des eaux d'incendie (bassin de 500 m^3)	Dégâts matériels et blessures sur les personnes par effet thermique Effets toxiques des fumées d'incendie Pollution des eaux et des sols par les eaux d'extinction	Développement de l'incendie à l'ensemble du site Dispersion de fumées autour du site pouvant perturber la circulation sur les axes routiers	**NON**	Aucun produit inflammable n'est chargé dans le broyeur. L'installation est régulièrement contrôlée. Le process n'est pas effectué en température. => le risque d'incendie sur le broyeur est donc jugé peu probable voire inexistant dans le cas du site de RVM.
Dev- 1	**Déversement de fioul pendant le remplissage de la cuve**	Réservoir dégradé : corrosion, usure par intempéries, choc… Erreur de manipulation lors du remplissage : surremplissage de la cuve, remplissage à côté du goulot prévu à cet effet… Défaillance matérielle Non respect des consignes de sécurité Collision avec engins de manutention	Procédure de remplissage de la cuve Présence de personnel lors du remplissage de la cuve Inspection régulière de la cuve Contrôle visuel du niveau de fioul dans la cuve Zone de dépotage éloignée de la zone de tri (où circulent les charriots élévateurs)	Cuve stockée dans une fosse bétonnée sur lit de sable Rétention amovible sous le camion lors du dépotage Présence sur le site d'absorbants	Déversement au sol	Incendie si présence d'une source d'ignition	**NON**	Zone de dépotage facilement accessible et non encombrée, éloignée des zones de tri et des zones de stockage. Cuve stockée dans une rétention bétonnée => risque de feu de nappe suite à un débordement très peu probable Risques liés à une fuite lors du dépotage du camion peu probable (personnel formé et présent lors du dépotage)

Tableau III - 22 : Analyse préliminaire des risques (3 / 5)

Référence	Evènement		Barrières		Conséquences		Analyse Détaillée des Risques	
	Evènement indésirable	**Causes**	**Moyens de prévention**	**Moyens d'intervention et de protection**	**Effets et conséquences du danger**	**Effets dominos possibles**	**Scénario développé dans l'ADR (oui / non)**	**Commentaires et observations sur le fait de retenir ou de ne pas retenir ce potentiel de danger pour l'ADR**
Zone n°12 – Aire réservée au stockage de palettes bois (neuves et cassées)								
Inc- 6	**Incendie de la zone de stockage des palettes bois** **(20 m^3)**	Imprudence fumeur Foudre Travaux par point chaud Acte de malveillance Dysfonctionnement électrique ou matériel (éclairage, armoire électrique, …) Dysfonctionnement chariot de manutention Effet domino : propagation d'un incendie provenant d'une autre zone du site	Interdiction de fumer à l'intérieur du site Protection contre la foudre ARF réalisé selon les prescriptions de l'arrêté du 19 juillet 2011 Plan de prévention (en cours d'élaboration) Site clôturé et sous surveillance (système anti-intrusion + alarme) Maintenance des installations électriques par un électricien habilité Contrôle et maintenance des charriots élévateurs	Présence de plusieurs extincteurs adaptés (poudre, eau, CO_2) Présence d'un Robinet d'Incendie Armé (RIA) Réserve d'eau incendie (bassin de 300 m^3) Dalle étanche avec système de collecte et de confinement des eaux d'incendie (bassin de 500 m^3)	Dégâts matériels et blessures sur les personnes par effet thermique Effets toxiques des fumées d'incendie Pollution des eaux et des sols par les eaux d'extinction	Développement de l'incendie à l'ensemble du site Dispersion de fumées autour du site pouvant perturber la circulation sur les axes routiers	**OUI**	Matière combustible stockée à proximité des zones n°1 et 2 où sont stockés également des produits combustibles
Zones n°1, 2 et 12 – Totalité de la dalle bétonnée, dont aire réservée au stockage des palettes bois								
Inc- 7	**Incendie de l'ensemble des stockages de produits combustibles situés sur la dalle bétonnée** **(500+58+20 m^3)**	Départ de feu	-	Présence de plusieurs extincteurs adaptés (poudre, eau, CO_2) Présence d'un Robinet d'Incendie Armé (RIA) Réserve d'eau incendie (bassin de 300 m^3) Dalle étanche avec système de collecte et de confinement des eaux d'incendie (bassin de 500 m^3)	Dégâts matériels et blessures sur les personnes par effet thermique Effets toxiques des fumées d'incendie Pollution des eaux et des sols par les eaux d'extinction	Développement de l'incendie à l'ensemble du site Dispersion de fumées autour du site pouvant perturber la circulation sur les axes routiers	**OUI**	Proximité et volume important de produits combustibles stockés sur la dalle bétonnée

Tableau III - 23 : Analyse préliminaire des risques (4 / 5)

Référence	Evènement		Barrières		Conséquences		Analyse Détaillée des Risques	
	Evènement indésirable	**Causes**	**Moyens de prévention**	**Moyens d'intervention et de protection**	**Effets et conséquences du danger**	**Effets dominos possibles**	**Scénario développé dans l'ADR (oui / non)**	**Commentaires et observations sur le fait de retenir ou de ne pas retenir ce potentiel de danger pour l'ADR**
Pavillon et autres zones								
Exp-1	**Explosion du stockage de bouteilles de gaz servant à l'alimentation des charriots élévateurs** **(18 bouteilles propane 13 kg)**	Défaillance de l'équipement Erreur humaine lors de la manipulation Travaux par point chaud Echauffement externe : incendie voisin	Stockage à distance de toute source de chaleur Plan de prévention (en cours d'élaboration) Consignes de sécurité	- Protection contre l'effet « missile » : Stockage des bouteilles dans une cage grillagée - Protection contre l'incendie : Présence de plusieurs extincteurs adaptés (poudre, eau, CO_2) Présence d'un Robinet d'Incendie Armé (RIA) Réserve d'eau incendie (bassin de 300 m^3) Dalle étanche avec système de collecte et de confinement des eaux d'incendie (bassin de 500 m^3)	Dégâts matériels et blessures sur les personnes par onde de choc et projection d'éclats Dégâts matériels et blessures sur les personnes par effet thermique (si explosion)	Propagation du feu aux autres zones	**NON**	Bouteilles de gaz contrôlées par le fabricant (risques peu probables de matériel défectueux). Stockage à distance de toute source de chaleur et dans une cage grillagée.
Exp-2	**Explosion des bouteilles de gaz servant au chauffe-eau du pavillon** **(2 bouteilles propane 35 kg)**	Défaillance de l'équipement Erreur humaine lors de la manipulation Travaux par point chaud Echauffement externe : incendie voisin	Stockage à distance de toute source de chaleur Bouteilles installées au plus près du chauffe-eau (linéaire de canalisation de gaz réduit à son minimum) Plan de prévention (en cours d'élaboration) Consignes de sécurité	Présence de plusieurs extincteurs adaptés (poudre, eau, CO_2) Présence d'un Robinet d'Incendie Armé (RIA) Réserve d'eau incendie (bassin de 300 m^3) Dalle étanche avec système de collecte et de confinement des eaux d'incendie (bassin de 500 m^3)	Dégâts matériels et blessures sur les personnes par onde de choc et projection d'éclats Dégâts matériels et blessures sur les personnes par effet thermique (si explosion)	Propagation du feu aux autres zones	**NON**	Faible quantité de bouteilles stockées : 2 bouteilles de 35 kg. Bouteilles de gaz contrôlées par le fabricant (risques peu probables de matériel défectueux)

Tableau III - 24 : Analyse préliminaire des risques (5 / 5)

VII.2.2. Accidents majeurs identifiés

Le tableau suivant résume l'ensemble des potentiels de dangers identifiés à travers l'approche théorique développée au niveau de l'analyse préliminaire des risques.
La présence d'éléments probants à ce stade de l'étude a déjà permis d'écarter de manière évidente et sûre, certains potentiels de dangers.

Ce tableau fait la synthèse des dangers retenus pour l'évaluation détaillée des risques :

Origine du danger		Potentiels de dangers	Retenu ou non retenu
Dangers externes	Dangers naturels	Inondation	Non retenu
		Mouvements de terrain	Non retenu
		Foudre	Non retenu
		Séisme	Non retenu
	Dangers externes	Installations voisines	Non retenu
		TMD	Non retenu
		Actes de malveillance	Non retenu
		Voies de circulation	Non-retenu
Stockage des composites en big bag - zone n°1		Incendie	Retenu
Stockage du noir de carbone – zone n°2		Incendie	Retenu
Stockage des produits métalliques humides – zone n°3		Incendie	Retenu
Installation de pyrolyse – zone n°11		Incendie	Non retenu
Installation de broyage – zone n°11		Incendie	Non retenu
Cuve de fioul – zone n°11		Déversement	Non retenu
Stockage des palettes bois - zone n°12		Incendie	Retenu
Ensemble des stockages sur la dalle bétonnée – zones n°1, 2 et 12		Incendie	Retenu
Stockage des 18 bouteilles propane 13 kg		Explosion	Non retenu
Stockage de 2 bouteilles propane 35 kg - Pavillon		Explosion	Non retenu

Tableau III - 25 : Synthèse des potentiels de danger retenus ou non sur le site

Ainsi, au vu des potentiels de danger présents sur le site de RVM et des moyens de prévention et de protection existants sur l'installation, il apparaît que les scénarii majeurs ressortant de l'Analyse Préliminaire des Risques sont les incendies des zones de stockages de produits combustibles (matériaux composites, produits métalliques humides, palettes bois) au droit de la dalle bétonnée et du bâtiment extérieur de stockage.

Pour ces scénarii, une analyse détaillée des risques doit être réalisée. Cette analyse détaillée des risques permettra de définir le niveau de risque précis lié à l'installation et les éventuelles mesures à mettre en œuvre si les conséquences des accidents redoutés ont une incidence notable sur d'éventuelles tierces parties intéressées.

Le niveau de risque associé à chaque scénario majeur est déterminé à partir :

- De la probabilité d'occurrence du scénario,
- De la gravité des conséquences du scénario.

VII.3. Etude détaillée des accidents majeurs

VII.3.1. Estimation de la probabilité d'occurrence

L'estimation de la probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux a été réalisée à partir de la probabilité d'occurrence des différents évènements initiateurs et de l'analyse de l'efficacité des MMR.

La méthode employée pour l'identification des chemins critiques susceptibles de conduire à des accidents majeurs est celle des nœuds papillons.

VII.3.1.a. Méthodologie de construction des nœuds papillons

L'ensemble des éléments initiateurs susceptible de conduire à un évènement redouté initial ou central a été pris en compte. Les évènements redoutés initiaux ou secondaires apparaissent en « vert » sur les nœuds papillons. Le phénomène dangereux apparaît en « bleu ».

Au niveau du schéma est représenté, à gauche des évènements redoutés, un arbre des causes où les MMR font obstacles à l'évènement initiateur correspondant, et à droite, un arbre des défaillances. La probabilité d'occurrence de ces évènements, apparaît au-dessus de chacun d'entre eux.

Cet arbre des défaillances est construit à partir de l'étude des MMR et fait apparaître, les cas où les MMR fonctionnent et ceux où elles ne fonctionnent pas.

Deux types de MMR sont représentés dans ces nœuds :

- Les mesures de prévention : en « Violet » ont pour objectif d'empêcher l'apparition d'une dérive ou d'un évènement initiateur pouvant conduire à un évènement redouté initial ou secondaire,
- Les mesures correctives ou de limitation : en « Jaune », dont le rôle est d'empêcher la poursuite du déroulement d'un phénomène dangereux suite à une dérive initiale.

VII.3.1.b. Probabilités d'occurrence des sources d'inflammation (évènement initiateur)

Dans le cadre d'un incendie, l'évènement initiateur est la source d'inflammation.

Les probabilités des évènements initiateurs ont été déterminées à partir des documents suivants :

- Bases de données LOPA, PCAG, HSE, EIReDA ou INERIS en fonction de leur disponibilité, qu'on retrouve en annexe du guide « Programme EAT DRA-34 – Opération J – Intégration de la dimension probabiliste dans l'analyse des risques – Partie 2,
- Bases de données LOPA, Purple Book et PCAG reprises par la Direction des Risques Accidentels de l'INERIS en juin 2007.

Toutes les probabilités d'évènements initiateurs sont définies suivant des standards et des analyses précédentes. Elles nécessitent cependant d'être adaptées aux installations étudiées et appellent à la connaissance et au retour d'expérience des exploitants.

Evènements initiateurs	Probabilité d'occurrence retenue
Fumeur	10^{-1}
Foudre	10^{-2}
Travaux par point chaud	10^{-2}
Acte de malveillance	Non évalué
Dysfonctionnement électrique ou matériel (éclairage, armoire électrique)	10^{-2}
Dysfonctionnement charriot de manutention	10^{-2}
Effet domino	Probabilité incendie

Tableau III - 26 : Probabilité d'occurrence des évènements initiateurs d'un incendie prises en compte

Fumeur

Des probabilités de 10^{-1} à 10^{-2} sont fournies dans la littérature pour définir la probabilité d'inflammation par une cigarette. Elles tiennent compte de l'interdiction de fumer sur les lieux de travail depuis le 1er février 2007. Nous retiendrons une probabilité de $\mathbf{10^{-2}}$ compte tenu de l'interdiction de fumer applicable sur l'ensemble du site (installations intérieures et extérieures), à l'exception des zones fumeurs dédiées.

Foudre

La densité d'arcs sur la commune de Coulombs (d'après l'Analyse du Risque Foudre) est de 0,84 arcs/km²/an, soit une probabilité d'occurrence de 0,0168 arcs/an sur le site de RVM compte tenu d'une surface au sol de 20 000 m² ou 0,02 km². Il a été considéré une probabilité d'occurrence de $\mathbf{10^{-2}}$.

Travaux par point chaud

Il a été retenu une probabilité d'occurrence de $\mathbf{10^{-2}}$ qui correspond à la probabilité d'occurrence d'une erreur humaine (INERIS, DRA41).

Acte de malveillance

Il n'existe pas de données bibliographiques concernant la probabilité d'occurrence d'un acte de malveillance sur un site industriel. Celle-ci dépend de nombreux facteurs (contexte, activité, …). La probabilité d'occurrence d'un acte de malveillance n'a donc pas été évaluée. Cet évènement initiateur ne sera pas retenu pour estimer la probabilité d'occurrence de l'évènement redouté central.

Remarque : Aucun acte de malveillance n'a été recensé sur le site de RVM depuis le début de l'activité. Le fait de ne pas prendre en compte cette cause dans le calcul de la probabilité d'occurrence d'un incendie n'est donc pas minorant.

Dysfonctionnement électrique ou matériel / Dysfonctionnement d'un charriot élévateur :

L'INERIS propose une fourchette allant de 10^{-1} à 10^{-2} pour diverses défaillances internes sur des procédés (perte d'utilités, défaillance régulateur, …). Une probabilité de $\mathbf{10^{-2}}$ a été retenue en considérant le taux de défaillance de $1{,}8.10^{-6}$/h d'un tableau électrique AC (220 volts) fourni dans la base de données de l'EIReDA (base de données européenne sur la fiabilité des installations industriels).

Effet domino

On retiendra une probabilité de **10^{-3}** concernant l'effet domino. Le site de RVM étant distant de toute autre installation industrielle, commerciale, artisanale ou de logements, il est peu probable qu'un incendie extérieur au site de RVM impacte ce dernier. La probabilité de 10^{-3} correspond à la probabilité d'occurrence d'un incendie au sein du site de RVM calculée en ne tenant pas compte de l'effet domino (soit 5.10^{-3}) à laquelle on a affecté une probabilité de 1 sur 5 (soit 2.10^{-1}) pour que cet incendie se propage à une autre zone de stockage.

VII.3.1.c. Niveau de confiance des Mesures de Maîtrise des Risques

L'étude des MMR est menée en distinguant les mesures gérées mécaniquement et celles à composante Humaine. Parmi ces mesures, sont encore distinguées les barrières selon :

- Leur besoin d'apport ou non d'énergie,
- Qu'elles s'inscrivent ou non dans un système,
- L'étape à laquelle elles interviennent au cours de l'accident.

Ces MMR apparaîtront dans le « Nœud papillon » établis pour le scénario d'accident, sous la forme d'un indice correspondant au niveau de confiance retenu.

A. Analyse des MMR techniques

Selon le document de l'INERIS intitulé « Evaluation des barrières techniques de sécurité », on distingue, les différents points à vérifier au cours de l'analyse des MMR techniques sont :

1) Que le concept soit approuvé,
2) L'indépendance de la barrière par rapport au procédé,
3) Son efficacité qui doit être totale vis-à-vis de sa fonction et de sa durée d'utilisation. Pour cela, son dimensionnement, sa résistance aux contraintes spécifiques (T°, pression, corrosivité) et son positionnement / accessibilité (détecteurs, BAU, vannes…) doivent être adaptés,
4) Son temps de réponse, à savoir, la durée entre la sollicitation et la mise en place du système de sécurité et son adéquation avec la cinétique du phénomène,
5) Le niveau de confiance : la tolérance aux anomalies matérielles, le maintien dans le temps et les taux de défaillance des systèmes ou de leurs composants.

Les MMR à composante technique sont présentées à travers plusieurs critères que sont : leur fiabilité, performance attendue, tests et maintenance.

Les fiches de cotation des MMR sont fournies en ***annexe III-4.***

B. Analyse des MMR à composante Humaine

Afin d'estimer le niveau de confiance de ces barrières, le guide « Démarche d'évaluation des barrières Humaines de sécurité » de l'INERIS propose une approche basée sur l'analyse de trois sous fonction :

- Obtention de l'information,
- Traitement de l'information permettant le choix de l'action à réaliser,

- Action de sécurité à réaliser.

Selon cette méthode, les barrières Humaines dont le niveau de confiance est optimal reçoivent la note maximale de 2. Cette évaluation peut décroître lorsque les exigences spécifiées pour chacune des trois sous fonction sont partiellement ou non remplies.

La décote du niveau de confiance dépendra des critères présentés dans les tableaux suivants.

Pour les MPD, le niveau de confiance varie en fonction du niveau de compétence du personnel et selon certains paramètres propres à l'action de sécurité à réaliser.

Quant aux MRD, elles subiront systématiquement des décotes. Le niveau de confiance de la barrière obtenu sera toujours inférieur ou égale à 1.

Les fiches de cotation des MMR sont fournies en 🗁 ***annexe III-4.***

Détection passive

Décote	Caractéristiques
0	Information clairement identifiable et perceptible : Détection évidente et/ou alarme hiérarchisée donnant l'état du système (alarme dédiée visuelle et sonore) quelle que soit l'activité en cours de l'opérateur et les conditions environnementales (nuit, brouillard,…). et Totale disponibilité de l'opérateur : L'opérateur est présent à l'endroit où l'information est disponible et n'aura à traiter que cette information.
-1	Information identifiable et perceptible avec une difficulté modérée : Information disponible de façon non hiérarchisée au milieu d'un nombre limité d'autres informations. et/ou Disponibilité de l'opérateur : L'opérateur est présent à l'endroit où l'information est disponible et il peut être amené à gérer un nombre limité d'autres tâches en même temps.
-2	Information difficilement identifiable ou perceptible : Information noyée parmi d'autres informations, ou information difficilement détectable de façon visuelle, sonore ou olfactive (par mauvaise conception, par rapport aux conditions environnementales ou au déroulement du scénario…). ou L'opérateur est rarement ou n'est pas disponible : L'opérateur n'est jamais présent à l'endroit où l'information est disponible ou il est présent de façon aléatoire non prévisible ou il peut être amené à gérer un nombre important de tâches en même temps.

Tableau III - 27 : Décote détection passive

Détection active

Décote	Caractéristiques
0	Facilité d'obtention de la / des information(s) recherchée(s) : Tâche d'obtention de l'information simple ou peu complexe (information clairement identifiable, tâche d'obtention de l'information n'étant pas source d'erreur,…) par rapport au niveau de compétence attendu de l'opérateur et conditions de travail jugées non contraignantes (tâche non pénible, conditions environnementales favorables, bonne accessibilité à l'information,…). et Totale disponibilité de l'opérateur : Cette tâche est l'activité principale de l'opérateur ou la tâche fait partie intégrante d'un ensemble limité de tâches planifiées ou la tâche fait partie intégrante des tâches indispensables à l'exploitation (de fait l'opérateur est disponible pour suivre les informations pendant toutes les phases d'exploitation où cela est nécessaire). Et cette tâche est prévue et bien dimensionnée dans le plan de charge de l'opérateur.
-1	Conditions d'obtention de la / des information(s) recherchée(s) moyennement aisées : Identification ou obtention de l'information réalisée avec un effort (intellectuel et / ou physique) mesuré par rapport au niveau de compétence attendu de l'opérateur. et/ou Disponibilité de l'opérateur : Cette tâche est une activité importante de l'opérateur parmi un nombre limité d'autres activités importantes. Et cette tâche est prévue et bien dimensionnée dans le plan de charge de l'opérateur.
-2	Impossibilité ou difficulté d'obtention de la / des information(s) recherchée(s) : Identification ou obtention de l'information difficilement réalisable ou réalisée avec un effort (intellectuel et/ou physique) important ou conditions de travail jugées fortement contraignantes (accessibilité à l'information très difficile, forte pénibilité de la tâche,…). ou Peu ou pas de disponibilité de l'opérateur : Cette tâche est noyée parmi un nombre important d'autres activités d'un niveau l'importance égale ou supérieur. Ou cette tâche n'est pas prévue ou n'est pas correctement dimensionnée dans le plan de charge de l'opérateur.

Tableau III - 28 : Décote détection active

Traitement de l'information permettant le choix de l'action à réaliser

Décote	Caractéristiques
0	Diagnostic nécessitant peu ou pas de traitement : Information directe non sujette à interprétation sur l'état du système et la localisation de l'accident, de l'incident ou du défaut ou information indirecte (ex : une montée en pression est signalée par une augmentation de température) nécessitant un traitement trivial. Et pas de contrainte temporelle significative par rapport au déroulement du scénario. Et Choix d'action facile : Une seule action envisageable.
-1	Diagnostic nécessitant un traitement : Information indirecte nécessitant un traitement limité (calculs simples, réflexion simple mobilisant des connaissances fondamentales de l'activité). Et pas de contrainte temporelle significative par rapport au déroulement du scénario. et/ou Choix d'action limité : Une action à retenir parmi quelques actions envisageables avec une réflexion simple.
-2	Diagnostic complexe ou impossible : Informations indirectes demandant un traitement difficile (calculs complexes, réflexion importante mobilisant des connaissances fondamentales de l'activité, réflexion mobilisant des connaissances externes à l'activité). Ou informations disponibles ne permettent pas d'identifier le problème. Ou forte contrainte temporelle par rapport au déroulement du scénario. ou Choix d'action difficile : Une action à retenir parmi quelques actions envisageables avec une réflexion importante. Ou nombre important de choix d'actions possibles.

Tableau III - 29 : Décote selon la présence / complexité d'un diagnostic

Action de sécurité à réaliser

Décote	Caractéristiques
0	Peu de pression temporelle : Absence de pression temporelle (action préalable à l'activité dangereuse) ou temps d'intervention largement inférieur à la cinétique de l'accident. et Tâche simple : Nombre d'actions limitées, sans enchaînement complexe (par exemple : fermer une vanne et arrêter une pompe sans notion d'ordre), les moyens d'actions étant facilement accessibles et facilement manœuvrables.
-1	Pression temporelle moyenne : Marge raisonnable entre le temps d'intervention et la cinétique de l'accident et/ou Tâche moyennement complexe ou difficile : Nombre d'actions limitées avec enchaînements stricts (par exemple : arrêter la pompe P1 puis seulement après, fermer la vanne V1 et ensuite la vanne V2. Modifier l'ordre de ces actions entraînerait un accident) ou nombre d'actions plus important sans enchaînement complexe, les moyens d'actions étant accessibles et manœuvrables.
-2	Forte pression temporelle ou impossibilité temporelle de réaliser l'intervention : Temps d'intervention du même ordre que la cinétique de l'accident. ou Tâche complexe, difficile ou impossible : Nombre d'actions important avec enchaînements stricts et/ou accessibilité ou manœuvrabilité difficile ou impossible des moyens d'action.

Tableau III - 30 : Décote selon la pression temporelle et la complexité de la tâche à effectuer

C. Analyse des MMR technique à action manuelle de sécurité

L'analyse des systèmes à action manuelle de sécurité, ou MMR technique à action manuelle de sécurité, s'est déroulée de façon similaire à l'étude des autres types de MMR.

L'analyse de ce type de barrière est donc constituée de 2 tableaux, un tableau d'analyse de la MMR technique composant le système à action manuelle de sécurité, et un tableau d'analyse de la composante humaine de la barrière.

Aucune MMR à action manuelle de sécurité n'a été étudiée dans le cadre de la présente étude.

VII.3.1.d. Application aux scénarii majeurs identifiés

Pour mémoire, les scénarii accidentels majeurs identifiés dans le cas du site de RVM sont :

- L'incendie de la zone de stockage des composites (zone n°1),
- L'incendie de la zone de stockage du noir de carbone (zone n°2),
- L'incendie de la zone de stockage des produits métalliques humides (zone n°3),
- L'incendie de la zone de stockage des palettes (zone n°12),

- L'incendie généralisé des zones de stockages situées sur ou à proximité de la dalle bétonnée (zones n°1, 2 et 12).

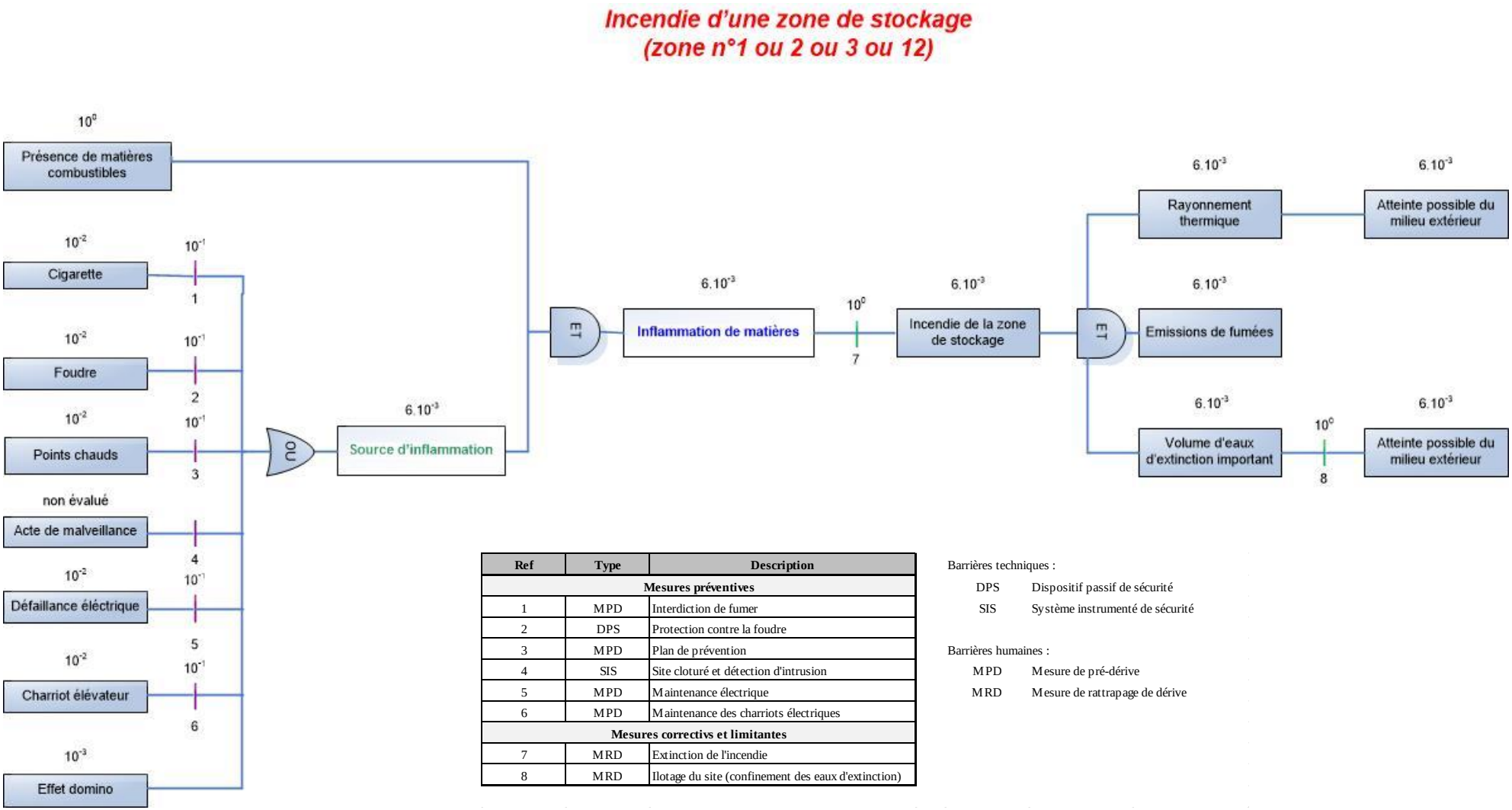
La probabilité d'occurrence de ces 5 scénarii majeurs est identique quelle que soit la zone de stockage ou le nombre de zones de stockage. En effet, les évènements initiateurs et les mesures de maitrise de risque s'appliquent indifféremment à ces zones de stockage quel que soit le produit stocké.

En conclusion, les chapitres suivants relatifs à la probabilité d'occurrence des accidents s'appliquent indifféremment à l'ensemble des 5 scénarii majeurs étudiés.

Les stockages correspondent à une présence permanente de matières non inflammables mais combustibles dont le volume maximal varie de 20 m^3 (stockage de palettes) à 500 m^3 (stockage de composites). Il a été affecté une probabilité de $\mathbf{10^0}$ à ces stockages.

A. Chronologie des évènements (nœud papillon)

Le nœud papillon en page suivante présente la chronologie des évènements, et les probabilités d'occurrence inhérentes à chacun d'entre eux.



Ref	Type	Description
Mesures préventives		
1	MPD	Interdiction de fumer
2	DPS	Protection contre la foudre
3	MPD	Plan de prévention
4	SIS	Site cloturé et détection d'intrusion
5	MPD	Maintenance électrique
6	MPD	Maintenance des charriots électriques
Mesures correctivs et limitantes		
7	MRD	Extinction de l'incendie
8	MRD	Ilotage du site (confinement des eaux d'extinction)

Barrières techniques :

DPS Dispositif passif de sécurité

SIS Système instrumenté de sécurité

Barrières humaines :

MPD Mesure de pré-dérive

MRD Mesure de rattrapage de dérive

Figure III - 6 : Chronologie des évènements d'un incendie d'une zone de stockage de produits combustibles (Nœud papillon)

B. Résultat obtenu

A partir de l'étude détaillée des risques réalisée au moyen du schéma de type « nœud papillon » et après analyse du niveau de confiance des mesures de maitrise des risques, la probabilité d'occurrence d'un **incendie d'une zone de stockage de produits combustibles (composites, produits métalliques humides, palette, etc)** en fonction des évènements redoutés pouvant l'initier a été estimée.

La probabilité d'occurrence d'un incendie d'une zone de stockage de produits combustibles sur le site de RVM est la suivante :

Phénomène dangereux correspondant	Probabilité d'occurrence obtenue	Classe de probabilité retenue
Incendie	6.10^{-3}	B « Evènement probable »

Tableau III - 31 : Probabilité d'occurrence d'un incendie d'une zone de stockage de produits combustibles

Remarque : Il est considéré que la probabilité d'occurrence d'un incendie généralisé des 3 zones de stockages de produits combustibles situés sur la dalle bétonnée (zones n°1, 2 et 12) est équivalente à la probabilité d'occurrence d'un incendie d'une seule de ces zones.

VII.3.2. Évaluation de la gravité

VII.3.2.a. Cinétique de développement des accidents

Dans le cas de la présente étude, l'ensemble des accidents concerne des incendies.

La cinétique de développement d'un incendie est relativement lente : le phénomène et la propagation de ses effets vont se dérouler de manière **lente et retardée** par rapport au moment du déclenchement de sa cause.

VII.3.2.b. Zones des effets thermiques

A. Valeurs de références des seuils d'effets thermiques

Les seuils d'effets retenus, pour définir la gravité des différents phénomènes dangereux susceptibles de survenir sur le site, sont ceux fournis par l'arrêté ministériel du 10 mai 2010 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.

Pour apprécier les effets des rayonnements thermiques, il convient de tenir compte des critères suivants :

- La notion de dose d'énergie reçue, qui associe à une durée d'exposition, une intensité de rayonnement limite supportable par le récepteur,
- L'intensité de l'émetteur du rayonnement (fonction notamment de la température absolue de la flamme) : notion de flux thermique émis,
- La position relative dans l'espace du récepteur par rapport à l'émetteur du rayonnement qui a une grande influence sur l'intensité du flux thermique effectivement reçu.

Les principaux seuils d'effets thermiques sur l'homme retenus (sur base de l'arrêté du 29 septembre 2005) sont les suivants :

- **3 kW/m²** : Seuils des **effets irréversibles** délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine » (seuil des brûlures significatives pour une exposition de 1 minute),
- **5 kW/m²** : Seuils des **effets létaux** délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine (seuil correspondant à une probabilité de létalité de 1 % pour une exposition de 1 minute),
- **8 kW/m²** : Seuils des **effets létaux significatifs** délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine.

Par ailleurs, les éventuels effets domino consécutifs aux scénarii développés s'appliqueront aux structures (équipements, installations, bâtiments, …) inscrits dans le cercle de destruction, et pour lesquelles les conséquences quantifiées sont les plus contraignantes. En pratique, les seuils de destruction considérés sont les suivants :

- 16 kW/m² : Seuil d'exposition prolongée des structures en tant que seuil des dégâts très graves sur les structures,
- 20 kW/m² : Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures,
- 200 kW/m² : Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

Doses d'énergie reçues par les personnes [(kW/m²)$^{4/3}$].s	**Flux thermiques reçus par les personnes ou les structures (kW/m²)**	**Seuils d'effets sur les structures**	**Seuils d'effets sur les personnes**
	200	Ruine du béton en quelques dizaines de minutes	
	20	Tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton	
	16	Dégâts très graves sur les structures, hors structures béton	
1 800	**8**	Effets dominos Dégâts graves	Létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du Code de l'environnement
1 000	**5**	Destructions significatives des vitres	Létaux délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du Code de l'environnement
600	**3**	Pas d'effets	Irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine »

Tableau III - 32 : Seuils d'effets thermiques

B. Méthodologie de calcul des effets thermiques

Le présent chapitre est basé sur la réglementation et documents suivants :

- Code de l'environnement, article R512-9 relatif à l'étude des dangers d'une installation classée soumise à autorisation (codification de l'article 3 du décret du 21 septembre 1977 abrogé),
- Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation,
- Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003,
- Circulaire DPPR/SEI2/AL-06-357 du 31 janvier 2007 relative aux études de dangers des dépôts de liquides inflammables,
- Circulaire DPPR/SEI/CB-06-0388 du 28 décembre 2006 relative à la mise à disposition du guide d'élaboration et de lecture des études de dangers pour les établissements soumis à autorisation avec servitudes et des fiches d'application des textes réglementaires – Fiche 1 (Éléments pour la détermination de la gravité des accidents),
- Document de l'INERIS : Méthodes pour l'évaluation et la prévention des risques accidentels Ω2 « Feux de nappe » (octobre 2002),
- Groupe de Travail des Dépôts de liquides Inflammables – GTDLI version 01 : Modélisation des effets thermiques dus à un feu de nappe d'hydrocarbures liquides (septembre 2006).

Remarque : La circulaire DPPR/SEI2/AL-06-357 du 31 janvier 2007 est abrogée par la circulaire du 10 mai 2010.

Les distances d'effets sont déterminées à l'aide d'**un modèle mathématique**.

Une présentation de ce dernier est jointe en 🗁 ***annexe III-5*** de la présente étude. Cet outil informatique est basée notamment sur le document de l'INERIS relatif aux méthodes pour l'évaluation et la prévention des risques accidentels Ω2 « Feux de nappe », et sur le document du GTDLI relatif aux modélisations des effets thermiques dus à un feu de nappe d'hydrocarbures liquides.

Les effets des deux types de scénarii retenus vont être détaillés ci-après, selon le plan suivant :

- Présentation du scénario (origines possibles),
- Principales données entrantes et éventuelles hypothèses retenues,
- Calcul des effets et formalisation sur plan.

Les données d'entrée nécessaires au calcul des effets thermiques sont les conditions météorologiques et les caractéristiques du terme source.

Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques retenues sont les suivantes :

- Vent : 5 m/s (majorant en termes de distance d'effets),
- Pression : 1 013 hPa (pression atmosphérique moyenne en France),
- Humidité : 70 % (humidité moyenne en France),
- Masse volumique de l'air : 1,161 kg/m^3.

Caractéristiques des éléments sources de l'incendie

Les caractéristiques des sources considérées dans le cadre des différentes modélisations sont présentées ci-après.

À chaque source prise en compte dans la feuille de calcul, il a été défini les paramètres suivants :

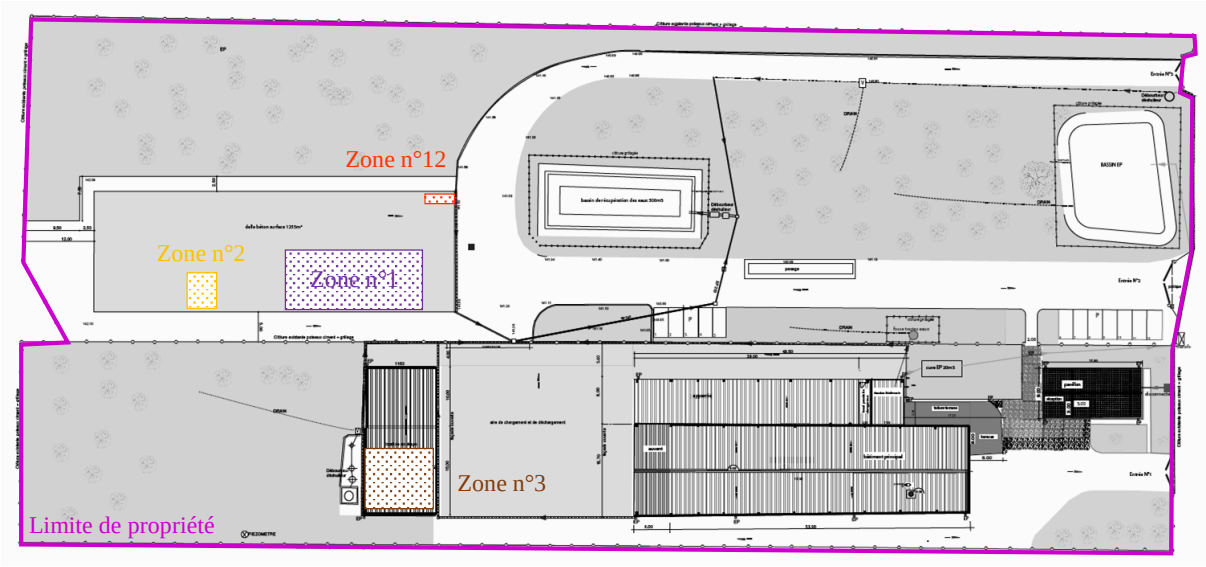
- Les **dimensions** et la **position** sur plan de la source (L x l x h en m),
- Le **taux de combustion** ou **débit de masse surfacique m'' (kg/m^2.s)** mesure la quantité de matière participant à la combustion par unité de surface et de temps. En d'autres termes, il s'agit de la vitesse à laquelle le combustible passe à l'état de vapeur sous l'effet de la combustion,
- La **masse volumique du combustible en phase vapeur** à sa température d'ébullition, noté ρ_v (kg/m^3) qui correspond à la densité des vapeurs émises lors de la combustion des produits et qui influe sur la forme de la flamme sous l'effet du vent (valeur prise par défaut à 2,56 kg/m^3),
- Le **pouvoir calorifique** ou **chaleur de combustion (J/kg),** qui correspond à la quantité de chaleur qui se dégage lors de la combustion d'un matériau.

Le pouvoir calorifique des combustibles intervient dans le calcul du pouvoir émissif (en W/m²) de la flamme. Or, dans le cas de la présente étude, s'agissant d'incendies de matières **solides** (composites, noir de carbone, palettes en bois, etc), le pouvoir émissif de la flamme sera pris égal à **29 720 W/m^2**, quel que soit le combustible étudié. Il s'agit là d'une valeur majorante, proposée par l'Instruction Technique de 1989, prise en compte dans le cas des modélisations des distances d'effets thermiques des feux solides afin de pallier l'absence de modèles adaptés à ce type de feu.

Les hypothèses de modélisation des effets thermiques sont majorantes car elles tiennent compte de conditions météorologiques défavorables, qui tendent à augmenter la longueur des flammes et à les décaler vers l'extérieur de la zone en feu. De même, la prise en compte d'un pouvoir émissif standard de 29 720 W/m² pour l'ensemble des combustibles solides majore les flux thermiques.

C. Localisation des zones de stockages de produits combustibles

Le plan ci-après présente les délimitations des différentes zones de stockages de produits combustibles considérées. Le détail explicatif des caractéristiques pour chacune de ces zones de stockage est présenté dans les chapitres suivants.



Plan III - 1 : Localisation des zones de stockages de produits combustibles

D. Application à l'incendie de la zone de stockage des composites (big bag) – zone n°1

Le stockage des composites sur la zone n°1 représente une surface de 230 m². Celui-ci est réalisé au Sud de la dalle. Comme représenté sur le plan de localisation des zones de stockage, le stockage des composites en big bag est donc réalisé sur une surface rectangulaire de 23 m x 10 m.
Les matières combustibles présentes dans la zone de stockage sont variées. On recense notamment des matières plastiques (big bag notamment), du bois, du caoutchouc, des métaux... Les big bag seront assimilés à du polypropylène. Les composites seront caractérisés en considérant le mélange suivant : bois – caoutchouc – carton – polyéthylène.
La fraction métallique contenue dans les composites n'est ici pas considérée. Cette hypothèse est majorante car les métaux sont des incombustibles. Ils ont notamment la propriété d'absorber l'énergie, notamment celle émise par les autres combustibles lors d'un incendie.

Le tableau ci-après présente les caractéristiques prises en compte pour modéliser la zone de stockage des composites en termes de dimensions et de caractéristiques de combustion des produits modélisés.

Matières combustibles	Dimension du stockage (L x l x h) en m	Fraction volumique (%)	Débit de masse surfacique (kg/m².s)	Chaleur de combustion (MJ/kg)
Big bag				
Polypropylène		10%	0,020	43
Composites				
Bois	23x10x2,2	20%	0,017	18
Caoutchouc		20%	0,007	30
Carton		25%	0,017	18
Polyéthylène		25%	0,015	40
TOTAL		**100%**	**0,015**	**28**

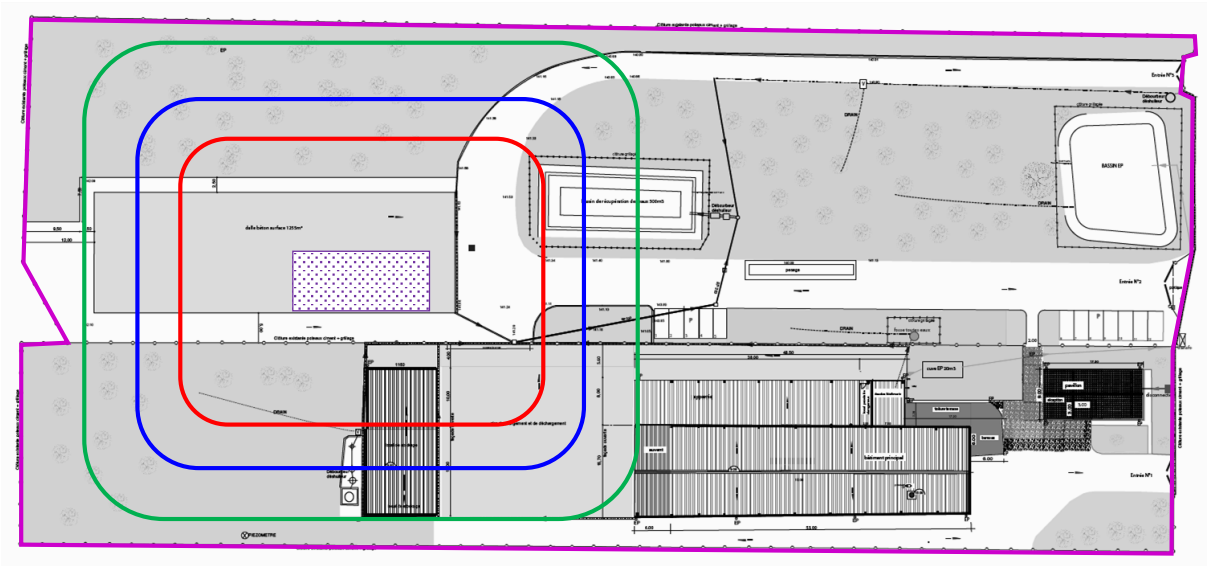
Tableau III - 33 : Caractéristiques des matières combustibles composant les stockages de composites

Le tableau ci-après présente les résultats des dimensions de la flamme, et des distances d'effets thermiques (arrondies à la demi-décade supérieure) obtenus dans le cas d'un incendie de la zone de stockage des composites sur la dalle bétonnée.

Diamètre équivalent (en m)	Hauteur de flamme (en m)	Angle d'inclinaison de la flamme (en Deg)	Distance de décalage (en m)	Pouvoir émissif de la flamme (en W/m²)	Distances aux seuils d'effets thermiques (en m)		
					8 kW/m²	5 kW/m²	3 kW/m²
15,5	19,3	45°	13,7	29 720	20	30	35

Tableau III - 34 : Résultats des distances des effets thermiques – Incendie zone de stockage des composites

Le plan ci-après illustre les zonages des effets thermiques obtenus dans le cas de l'incendie de la zone n°1 de stockage des composites (big bag).



Plan III - 2 : Distances d'effets thermiques - Incendie zone de stockage des composites

Les distances d'effets thermiques dans le cas de l'incendie du stockage des composites en big bag sont importantes (plusieurs dizaines de mètres) mais restent circonscrites à l'intérieur des limites de propriété.

E. Application à l'incendie de la zone de stockage du noir de carbone – zone n°2

Pour les dimensions de la zone de stockage du noir de carbone, il a été pris en compte le nombre maximum de big bag susceptible d'être présents sur la dalle, soit 22, auquel a été affecté la surface au sol moyenne (1,2 m²) et la hauteur maximale d'un big bag (2,2 m). Le stockage de noir de carbone a été modélisé en tenant compte des délimitations des stockages telles que matérialisées sur la dalle.

De même que pour le stockage des composites, il a été considéré une part de polypropylène afin de tenir compte du conditionnement en big bag, et ce à raison de 10%.

Concernant le noir de carbone, il a été considéré qu'il représentait la part restante du stockage, soit 90%. N'ayant pas de données spécifiques en termes de combustion sur le noir de carbone, il a été appliqué des valeurs moyennes applicables aux combustibles, soit un débit de masse surfacique de 0,030 kg/m².s.

Le tableau ci-après présente les caractéristiques prises en compte pour modéliser la zone de stockage du noir de carbone en termes de dimensions et de caractéristiques de combustion des produits modélisés.

Matières combustibles	Dimension du stockage (L x l x h) en m	Fraction volumique (%)	Débit de masse surfacique (kg/m².s)	Chaleur de combustion (MJ/kg)
Big bag				
Polypropylène		10%	0,020	43
Noir de carbone				
Noir de carbone	5x6x2,2	90%	0,030	40
TOTAL		**100%**	**0,029**	**40**

Tableau III - 35 : Caractéristiques des matières combustibles composant le stockage de noir de carbone

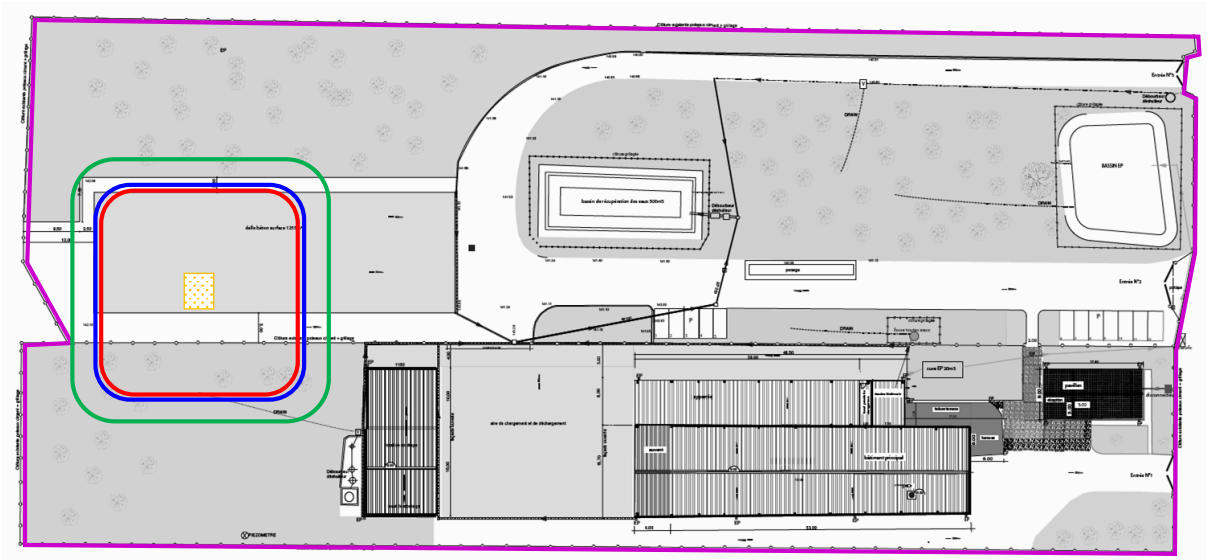
Le tableau ci-après présente les résultats des dimensions de la flamme, et des distances d'effets thermiques (arrondies à la demi-décade supérieure) obtenus dans le cas d'un incendie de la zone de stockage des composites sur la dalle bétonnée.

Diamètre équivalent (en m)	Hauteur de flamme (en m)	Angle d'inclinaison de la flamme (en Deg)	Distance de décalage (en m)	Pouvoir émissif de la flamme (en W/m²)	Distances aux seuils d'effets thermiques (en m)		
					8 kW/m²	5 kW/m²	3 kW/m²
5,5	10,2	58°	8,7	29 720	15	15	20

Tableau III - 36 : Résultats des distances des effets thermiques – Incendie zone de stockage du noir de carbone

Le plan ci-après illustre les zonages des effets thermiques obtenus dans le cas de l'incendie de la zone n°2 de stockage de noir de carbone en big bag.

Ainsi, on constate que les zones d'effets thermiques ne sortent pas des limites de propriété.



Plan III - 3 : Distances d'effets thermiques – Incendie zone de stockage noir de carbone

F. Application à l'incendie de la zone de stockage des produits métalliques humides – zone n°3

La zone de stockage (zone n°3 dans bâtiment de stockage) des produits métalliques humides présente une surface au sol de 90 m² (soit une surface de 9 m x 10 m). La hauteur maximale de stockage est de 3 m.

Ce stockage est composé de produits métalliques humides (contenant des huiles). Il s'agit d'un stockage en vrac (non conditionné en futs sur palettes ou en big bag).

Ces produits métalliques humides sont constitués des matières suivantes :

- Des **hydrocarbures** (huiles) qui représentent la part humide du produit. Ils ont été assimilés à de l'essence ;
- Des **métaux** qui sont incombustibles (valeurs nulles de vitesse de combustion et de chaleur de combustion) ;
- Des **matières plastiques** : les déchets métalliques peuvent contenir du polyéthylène ou du caoutchouc ;
- Des matières combustibles assimilables à du **carton** ou du **bois**.

Le tableau ci-après présente les caractéristiques prises en compte pour modéliser la zone de stockage des composites et des produits métalliques humides en termes de dimensions et de caractéristiques de combustion des produits modélisés.

Matières combustibles	Dimension du stockage (L x l x h) en m	Fraction volumique (%)	Débit de masse surfacique (kg/m².s)	Chaleur de combustion (MJ/kg)
Bois / Cartons	10x9x3	25%	0,017	18
Caoutchouc		11%	0,007	30
Polyéthylène		14%	0,016	46
Fraction métallique (Al, Zn, Cu, Fe)		40%	0	0
Hydrocarbures (assimilés à de l'essence)		10%	0,055	44
TOTAL		**100%**	**0,013**	**19**

Tableau III - 37 : Caractéristiques des matières combustibles composant le stockage de produits métalliques humides

Le tableau ci-après présente les résultats des dimensions de la flamme, et des distances d'effets thermiques (arrondies à la demi-décade supérieure) obtenus dans le cas d'un incendie de la zone de stockage des produits métalliques humides sur la dalle bétonnée.

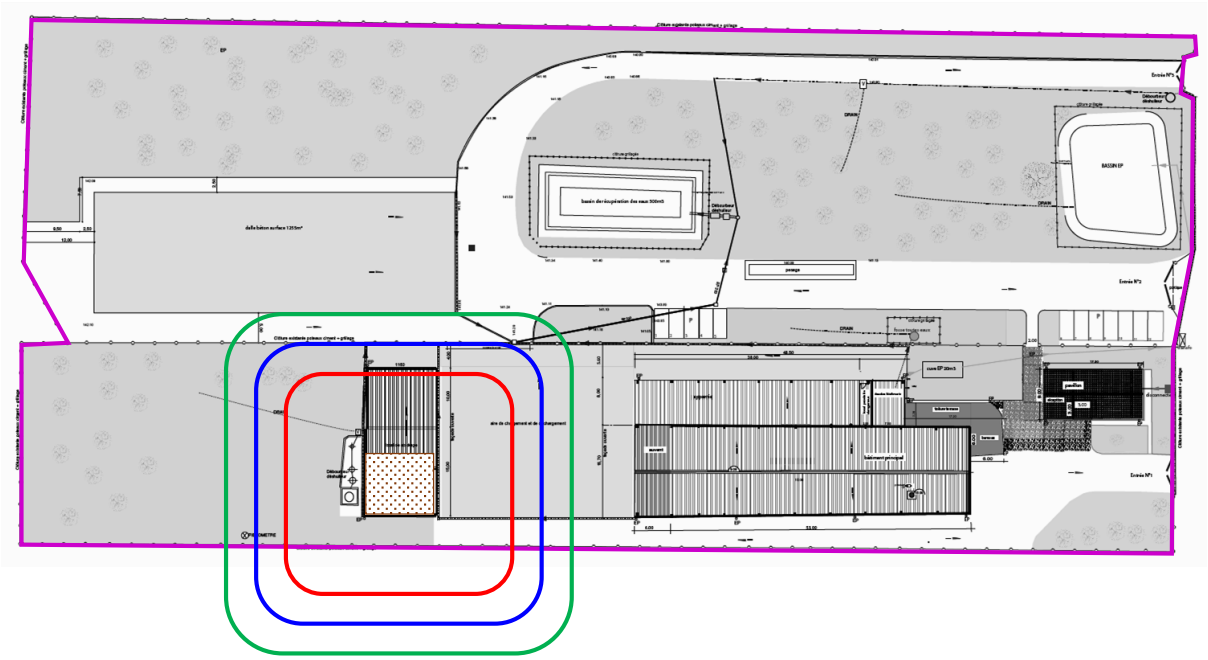
Diamètre équivalent (en m)	Hauteur de flamme (en m)	Angle d'inclinaison de la flamme (en Deg)	Distance de décalage (en m)	Pouvoir émissif de la flamme (en W/m²)	Distances aux seuils d'effets thermiques (en m)		
					8 kW/m²	5 kW/m²	3 kW/m²
9,5	12,8	52°	10	29 720	15	20	25

Tableau III - 38 : Résultats des distances des effets thermiques
Incendie zone de stockage des produits métalliques humides en vrac

Le plan ci-après illustre les zonages des effets thermiques obtenus dans le cas de l'incendie de la zone n°3 de stockage en vrac des produits métalliques humides.

Les distances d'effets atteignent 15 m (seuil d'effets létaux significatifs) à 25 m (seuil d'effets irréversibles). Le bâtiment de stockage étant situé à moins de 10 mètres de la limite de propriété Sud du site, les seuils d'effets thermiques sortent des limites de propriété.

Les effets thermiques concernent ainsi la parcelle agricole située en limite Sud du site. Cette parcelle est cultivée et non habitée. Aucune habitation ou voie de communication n'est inclue dans les zonages d'effets thermiques associés au stockage des produits métalliques humides.



Plan III - 4 : Distances d'effets thermiques
Incendie zone de stockage des produits métalliques humides en vrac

G. Application à l'incendie de la zone de stockage des palettes neuves et cassées – zone n°12

La zone de stockage des palettes bois se situe en bordure de la dalle bétonnée. Un maximum de 150 palettes neuves et 50 palettes cassées y sont stockées. Il a été considéré que les palettes étaient superposées à raison de 25 palettes par pile, soit une hauteur de 2,50 m (25 x 0,10 m) par pile et un nombre total de 8 piles de palettes. La surface au sol du stockage de palettes est de 8 m² (5,0 m x 1,6 m).

Ce stockage est composé de palettes en bois. Les caractéristiques de combustion du bois sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Matières combustibles	Dimension du stockage (L x l x h) en m	Fraction volumique (%)	Débit de masse surfacique (kg/m².s)	Chaleur de combustion (MJ/kg)
Bois	5,0x1,6x2,5	100%	0,055	14

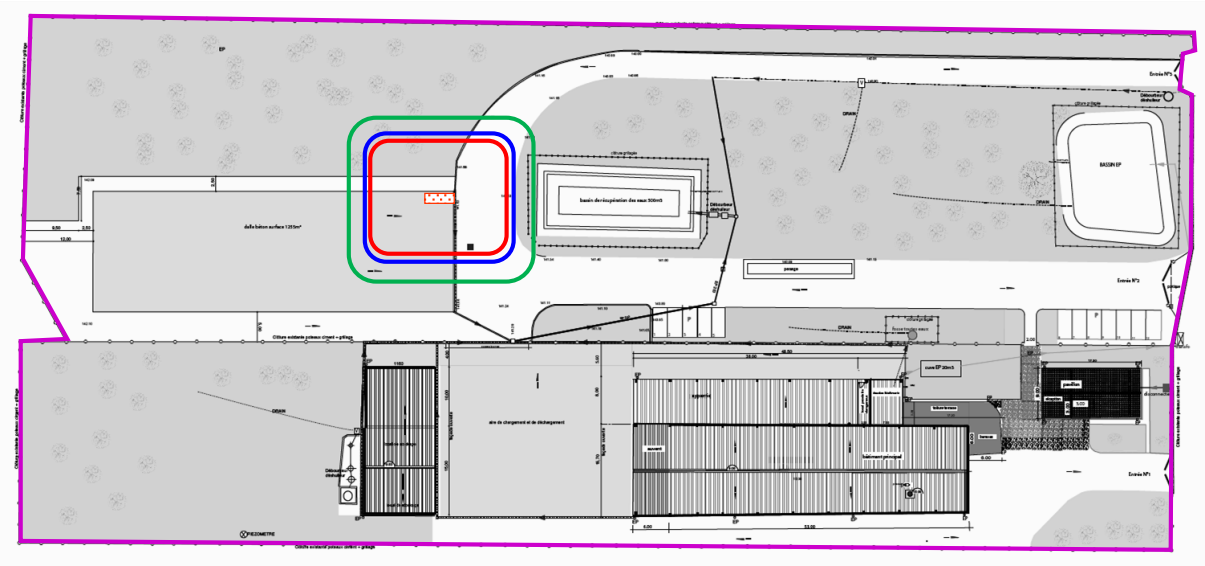
Tableau III - 39 : Caractéristiques des matières combustibles composant le stockage de palettes

Le tableau ci-après présente les résultats des dimensions de la flamme, et des distances d'effets thermiques (arrondies à la demi-décade supérieure) obtenus dans le cas d'un incendie de la zone de stockage des composites sur la dalle bétonnée.

Diamètre équivalent (en m)	Hauteur de flamme (en m)	Angle d'inclinaison de la flamme (en Deg)	Distance de décalage (en m)	Pouvoir émissif de la flamme (en W/m²)	Distances aux seuils d'effets thermiques (en m)		
					8 kW/m²	5 kW/m²	3 kW/m²
1,6	5,7	69°	5,3	29 720	10	10	15

Tableau III - 40 : Résultats des distances des effets thermiques – Incendie zone de stockage des palettes

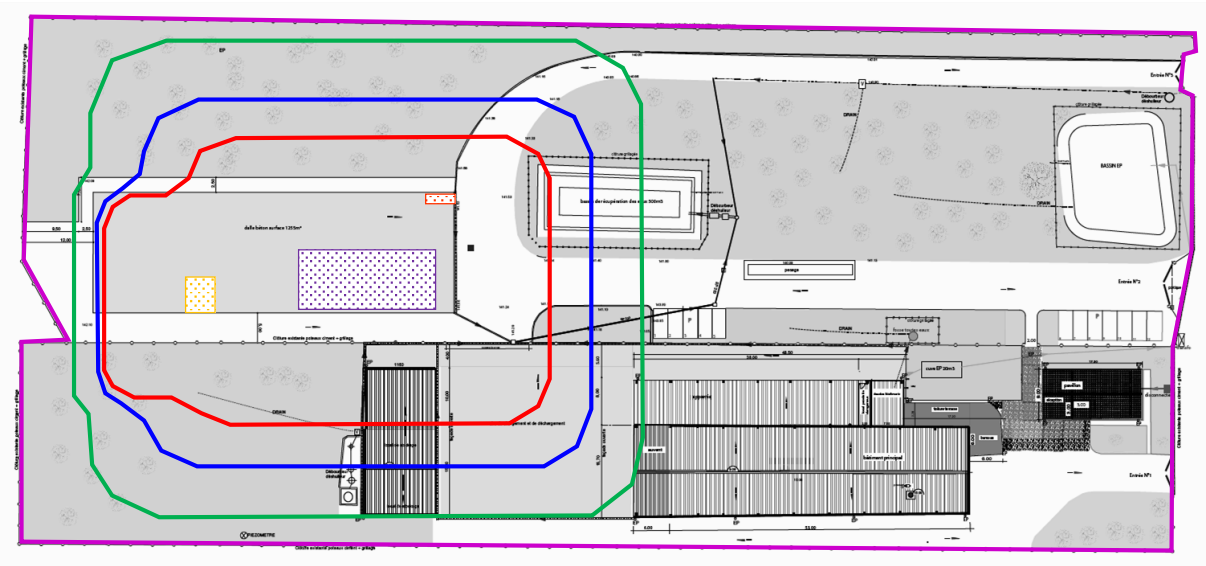
Les seuils d'effets thermiques se situent dans les limites de propriété du site de RVM.



Plan III - 5 : Distances d'effets thermiques – Incendie zone de stockage palettes bois

H. Cas de l'incendie généralisé des zones de stockages situées sur la dalle bétonnée

En cas d'incendie généralisé sur la dalle de stockage extérieure, **les flux thermiques restent circonscrits à l'intérieur du site.**



Plan III - 6 : Distances d'effets thermiques – Incendie généralisé des stockages réalisés sur la dalle bétonnée

VII.3.2.c. Méthodologie d'estimation de la population exposée

L'estimation de la population exposée à des risques d'effets thermiques, de surpression, de projection ou de toxicité est réalisée conformément à la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées, et notamment à la fiche technique n°1 « éléments pour la détermination de la gravité dans les études de danger ».

Les valeurs unitaires à prendre en compte dans l'évaluation de l'exposition, et applicables au site de RVM, sont présentées dans le tableau suivant :

	Valeurs unitaires	Application au site
Logements	2,5 pers / logement	2,5 pers / logement
Voies de circulation automobiles	0,4 pers / km par tranche de 100 veh/j	D21 (route de Prouais) : 3 000 veh/j, soit 12 pers / km

Tableau III - 41 : Valeurs unitaires utilisées pour le calcul de l'exposition de la population

La gravité de l'accident est ensuite cotée en fonction du nombre de personnes concernées par des effets létaux significatifs, des effets létaux et des effets irréversibles selon la grille présentée au chapitre VII.1.2.b.

Comme le montrent les plans insérés précédemment, les effets thermiques restent circonscrits à l'intérieur des limites de propriété du site pour l'ensemble des scénarios majeurs étudiés, à l'exception de l'incendie de la zone de stockage vrac de produits contenant des huiles, au sein du bâtiment en fond de parcelle. Pour ce scénario, les zones d'effets létaux et létaux significatifs sortent des limites de propriété du site.

De fait, la gravité pour ce scénario est qualifiée de **sérieuse**, alors qu'elle est qualifiée de **modérée** pour les 4 autres scénarios étudiés.

VII.3.3. Grille de criticité

Le tableau suivant présente la synthèse des accidents ayant fait l'objet d'une étude détaillée des risques et des résultats obtenus en termes de probabilité d'occurrence et de gravité des conséquences :

n°	Accident majeur étudié	Localisation	Probabilité d'occurrence	Gravité
1	Incendie zone de stockage en big bag des composites	Zone n°1	B	modérée
2	Incendie zone de stockage en big bag du noir de carbone	Zone n°2		
3	Incendie zone de stockage vrac de composites et produits métalliques contenant des hydrocarbures	Zone n°3		sérieuse
4	Incendie zone de stockage des palettes	Zone n°12		modérée
5	Incendie généralisé des zones de stockage situées sur ou à proximité de la dalle bétonnée	Zones n°1, 2 et 12		

Tableau III - 42 : Synthèse des résultats de l'étude détaillée des accidents majeurs

En fonction des résultats présentés ci-avant, les accidents majeurs étudiés ont été replacés dans la grille de criticité.

Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque	**Probabilité (sens croissant de E vers A)**				
	E **Possible mais extrêmement peu probable**	**D** **Très improbable**	**C** **Improbable**	**B** **Probable**	**A** **Courant**
5 – Désastreux	MMR Rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2	NON Rang 3	NON Rang 4
4 – Catastrophique	MMR Rang 1	MMR Rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2	NON Rang 3
3 – Important	MMR Rang 1	MMR Rang 1	MMR Rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2
2 – Sérieux			MMR Rang 1	MMR Rang 2 **3**	NON Rang 1
1 - Modéré				Inc-1 **1 – 2 –4 - 5**	MMR Rang 1

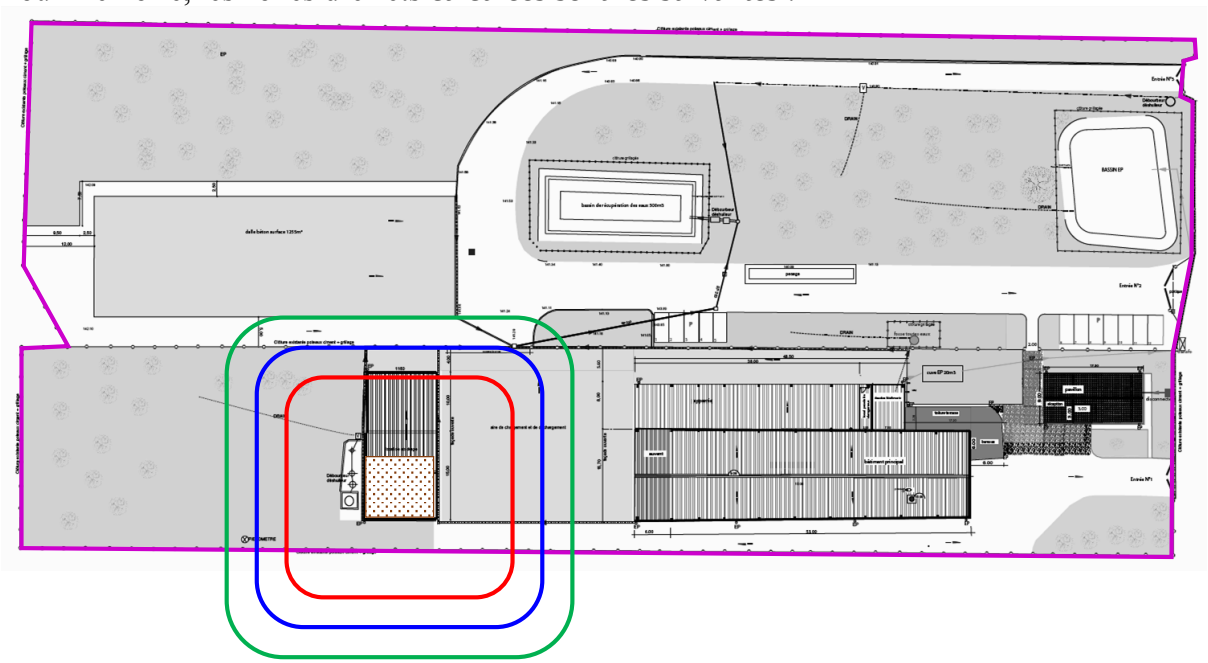
Tableau III - 43 : Hiérarchisation des accidents majeurs dans la grille de criticité

Les risques associés aux différents scénarii majeurs étudiés concernant des incendies au droit des zones de stockages de combustibles sont jugés **moindres**, pour l'ensemble des scénarii étudiés à l'exception de l'incendie du stockage de produits métalliques humides dans le bâtiment en fond de parcelle qui se place en zone de risque **intermédiaire** et pour lequel des mesures de maitrise des risques doivent être préconisées.

VIII. MESURES DE MAITRISE DES RISQUES ENVISAGEES

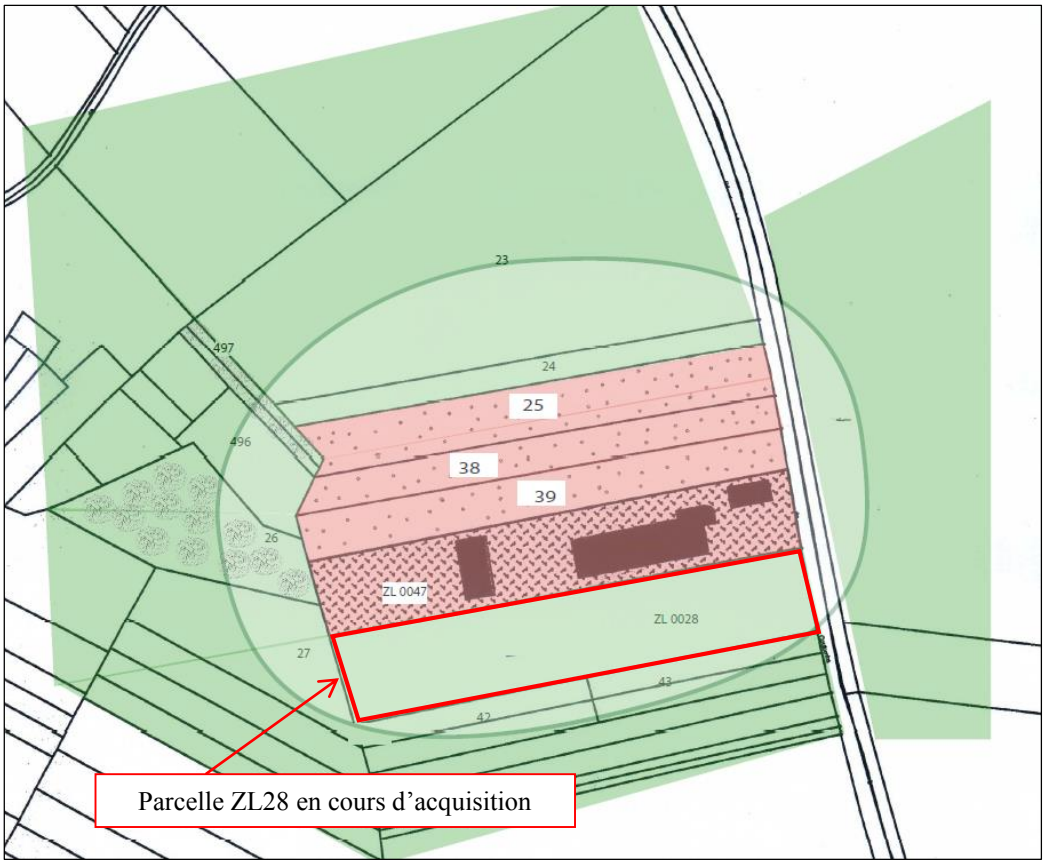
Les mesures de maitrise des risques envisagées concernent la zone de stockage en vrac des produits métalliques humides (contenant des huiles) situées dans le bâtiment en fond de parcelle.

Pour mémoire, les zones d'effets calculées sont les suivantes :



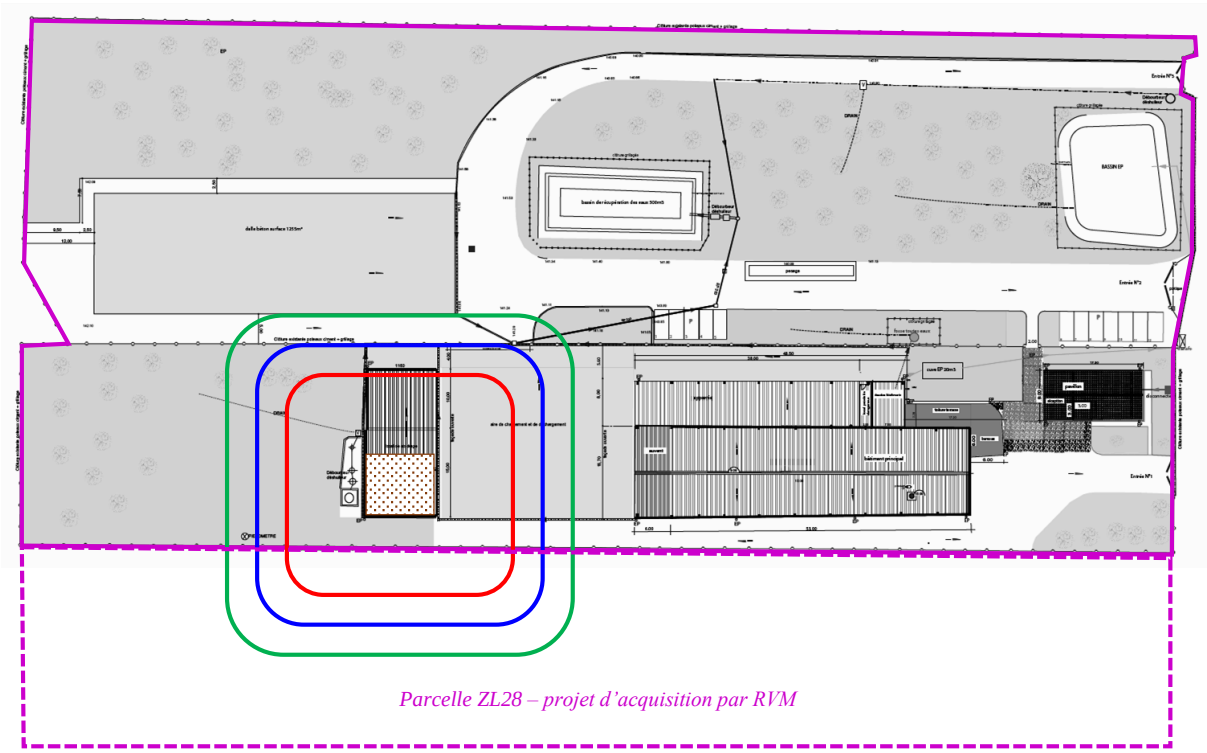
Plan III - 7 : Distances d'effets thermiques
Incendie zone de stockage des produits métalliques humides en vrac

La société RVM souhaite s'agrandir en rachetant la parcelle ZL28 (voir ci-dessous). Les discussions sont en cours avec l'actuel propriétaire (et/ou héritiers) et le maire (voir 🗁 ***annexe III-6***). La demande de rachat a été officialisée, elle est en attente de diverses procédures (succession).



Plan III - 8 : Extrait cadastral

Lorsque cette parcelle sera rattachée au site de RVM, les zonages d'effets thermiques seront circonscrits au sein de la propriété de RVM.



Plan III - 9 : Distances d'effets thermiques
Incendie zone de stockage des produits métalliques humides en vrac

IX. CONCLUSION

La présente étude de dangers concerne le site de RVM basé à Coulombs (28). L'évaluation préliminaire des risques a permis de lister les scénarii accidentels susceptibles de se produire sur le site (déversement de fioul, explosion de bouteilles de gaz, incendie sur des installations ou des stockages de combustibles) et de ressortir les scénarii majeurs.

Ceux-ci concernent l'incendie des zones de stockages de produits combustibles, au nombre de 4 sur le site de RVM (stockage de combustibles en quantité significative). L'incendie généralisé des 3 zones de stockage de produits combustibles situées sur la dalle bétonnée a également été étudié. Une étude détaillée des risques a été menée sur ces 5 scénarii.

Sur les 4 stockages de produits combustibles, seul le stockage des produits métalliques humides en zone n°3 présente des zonages d'effets thermiques qui sortent des limites de propriété du site. En effet, les seuils d'effets irréversibles (SEI), létaux (SEL) et létaux significatifs (SELS) atteignent des distances de 15 à 25 mètres, alors que le bâtiment de stockage est situé à moins de 10 mètres des limites de propriété. Toutefois, l'impact concerne une parcelle agricole non habitée et aucune voie de communication n'est inclue dans les zonages d'effets.

La société RVM va acquérir la parcelle agricole limitrophe située en limite Sud du site. Les effets thermiques associés à l'incendie du stockage des produits humides en zone n°3 resteront alors circonscrits au sein des limites de propriété du site.

En conclusion, le niveau de risque lié à l'activité du site peut être considéré comme étant réduit à son niveau le plus bas, conformément à l'article R512-9 du Code de l'environnement.

X. AUTEURS DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a été réalisée pour le compte de la société RVM par le bureau d'études :

COÉLYS
36-38 Avenue Salvador Allende - Parc Mykonos - Bâtiment F
60 000 BEAUVAIS
Tel : 03 448 448 60 - Fax : 03 448 448 90
E-mail : coelys@coelys.fr - www.coelys.fr

Les auteurs de l'étude de dangers sont :

- Apolline DAVIN, ingénieur projets (rédaction),
- Arnaud PÉAN, directeur (vérification).

LISTE DES TABLEAUX, PLANS ET FIGURES

Liste des tableaux :

TABLEAU III - 1 : LISTE DES ICPE SITUEES SUR LA COMMUNE DE COULOMBS 14
TABLEAU III - 2 : RECENSEMENT DES PRODUITS EXTREMEMENT INFLAMMABLES 15
TABLEAU III - 3 : RECENSEMENT DES PRODUITS INFLAMMABLES 16
TABLEAU III - 4 : CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS TRACES METALLIQUES 16
TABLEAU III - 5 : RECENSEMENT DES PRODUITS DANGEREUX OU NOCIFS POUR L'ENVIRONNEMENT 18
TABLEAU III - 6 : VOLUME ET LOCALISATION DES STOCKAGES DE PRODUITS COMBUSTIBLES 20
TABLEAU III - 7 : ACCIDENTS / INCIDENTS SURVENUS SUR DES INSTALLATIONS DE PYROLYSE 27
TABLEAU III - 8 : ACCIDENTS / INCIDENTS SURVENUS SUR DES CENTRES DE TRAITEMENTS DE DECHETS METALLIQUES 29
TABLEAU III - 9 : SCENARII INCENDIE ENVISAGEABLES SUR LE SITE 39
TABLEAU III - 10 : SCENARII DEVERSEMENT ENVISAGEABLES SUR LE SITE 41
TABLEAU III - 11 : SCENARII EXPLOSION ENVISAGEABLES SUR LE SITE 43
TABLEAU III - 12 : ESTIMATION DES CONSEQUENCES DE LA CONCRETISATION DES DANGERS 44
TABLEAU III - 13 : EXEMPLES DE DISPOSITIFS DE SECURITE 47
TABLEAU III - 14 : MESURES DE MAITRISE DU RISQUE « INCENDIE » 49
TABLEAU III - 15 : MESURES DE MAITRISE DU RISQUE « EXPLOSION » 50
TABLEAU III - 16 : MESURES DE MAITRISE DU RISQUE « DEVERSEMENT » 51
TABLEAU III - 17 : CLASSE DE PROBABILITE 54
TABLEAU III - 18 : NIVEAU GRAVITE EN FONCTION DES CONSEQUENCES DES PHENOMENES DANGEREUX 55
TABLEAU III - 19 : GRILLE DE CRITICITE 56
TABLEAU III - 20 : ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (1 / 5) 58
TABLEAU III - 21 : ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (2 / 5) 59
TABLEAU III - 22 : ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (3 / 5) 60
TABLEAU III - 23 : ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (4 / 5) 61
TABLEAU III - 24 : ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (5 / 5) 62
TABLEAU III - 25 : SYNTHESE DES POTENTIELS DE DANGER RETENUS OU NON SUR LE SITE 63
TABLEAU III - 26 : PROBABILITE D'OCCURRENCE DES EVENEMENTS INITIATEURS D'UN INCENDIE PRISES EN COMPTE 65
TABLEAU III - 27 : DECOTE DETECTION PASSIVE 67
TABLEAU III - 28 : DECOTE DETECTION ACTIVE 68
TABLEAU III - 29 : DECOTE SELON LA PRESENCE / COMPLEXITE D'UN DIAGNOSTIC 69
TABLEAU III - 30 : DECOTE SELON LA PRESSION TEMPORELLE ET LA COMPLEXITE DE LA TACHE A EFFECTUER 70
TABLEAU III - 31 : PROBABILITE D'OCCURRENCE D'UN INCENDIE D'UNE ZONE DE STOCKAGE DE PRODUITS COMBUSTIBLES 73
TABLEAU III - 32 : SEUILS D'EFFETS THERMIQUES 74
TABLEAU III - 33 : CARACTERISTIQUES DES MATIERES COMBUSTIBLES COMPOSANT LES STOCKAGES DE COMPOSITES 77
TABLEAU III - 34 : RESULTATS DES DISTANCES DES EFFETS THERMIQUES – INCENDIE ZONE DE STOCKAGE DES COMPOSITES 78
TABLEAU III - 35 : CARACTERISTIQUES DES MATIERES COMBUSTIBLES COMPOSANT LE STOCKAGE DE NOIR DE CARBONE 79
TABLEAU III - 36 : RESULTATS DES DISTANCES DES EFFETS THERMIQUES – INCENDIE ZONE DE STOCKAGE DU NOIR DE CARBONE 79
TABLEAU III - 37 : CARACTERISTIQUES DES MATIERES COMBUSTIBLES COMPOSANT LE STOCKAGE DE PRODUITS METALLIQUES HUMIDES 80
TABLEAU III - 38 : RESULTATS DES DISTANCES DES EFFETS THERMIQUES INCENDIE ZONE DE STOCKAGE DES PRODUITS METALLIQUES HUMIDES EN VRAC 80
TABLEAU III - 39 : CARACTERISTIQUES DES MATIERES COMBUSTIBLES COMPOSANT LE STOCKAGE DE PALETTES 81
TABLEAU III - 40 : RESULTATS DES DISTANCES DES EFFETS THERMIQUES – INCENDIE ZONE DE STOCKAGE DES PALETTES 82
TABLEAU III - 41 : VALEURS UNITAIRES UTILISEES POUR LE CALCUL DE L'EXPOSITION DE LA POPULATION 83
TABLEAU III - 42 : SYNTHESE DES RESULTATS DE L'ETUDE DETAILLEE DES ACCIDENTS MAJEURS 83
TABLEAU III - 43 : HIERARCHISATION DES ACCIDENTS MAJEURS DANS LA GRILLE DE CRITICITE 84

Liste des figures :

FIGURE III - 1 : TRIANGLE DE FEU 36
FIGURE III - 2 : MECANISMES DE TRANSFERT DE CHALEUR 37
FIGURE III - 3 : HEXAGONE D'EXPLOSION 42
FIGURE III - 4 : SYNOPTIQUE DES TYPES DE BARRIERES 46
FIGURE III - 5 : DEMARCHE DE L'ANALYSE DES RISQUES 52
FIGURE III - 6 : CHRONOLOGIE DES EVENEMENTS D'UN INCENDIE D'UNE ZONE DE STOCKAGE DE PRODUITS COMBUSTIBLES (NŒUD PAPILLON) 72

Liste des plans :

PLAN III - 1 : LOCALISATION DES ZONES DE STOCKAGES DE PRODUITS COMBUSTIBLES 77
PLAN III - 2 : DISTANCES D'EFFETS THERMIQUES - INCENDIE ZONE DE STOCKAGE DES COMPOSITES 78
PLAN III - 3 : DISTANCES D'EFFETS THERMIQUES – INCENDIE ZONE DE STOCKAGE NOIR DE CARBONE 79
PLAN III - 4 : DISTANCES D'EFFETS THERMIQUES INCENDIE ZONE DE STOCKAGE DES PRODUITS METALLIQUES HUMIDES EN VRAC 81
PLAN III - 5 : DISTANCES D'EFFETS THERMIQUES – INCENDIE ZONE DE STOCKAGE PALETTES BOIS 82
PLAN III - 6 : DISTANCES D'EFFETS THERMIQUES – INCENDIE GENERALISE DES STOCKAGES REALISES SUR LA DALLE BETONNEE 82
PLAN III - 7 : DISTANCES D'EFFETS THERMIQUES INCENDIE ZONE DE STOCKAGE DES PRODUITS METALLIQUES HUMIDES EN VRAC 85
PLAN III - 8 : EXTRAIT CADASTRAL 86
PLAN III - 7 : DISTANCES D'EFFETS THERMIQUES INCENDIE ZONE DE STOCKAGE DES PRODUITS METALLIQUES HUMIDES EN VRAC 86

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : DOSSIER DEPARTEMENTAL DES RISQUES MAJEURS EN EURE-ET-LOIR

ANNEXE II : ACCIDENTS ISSUES DE LA BASE ARIA

ANNEXE III : ATTESTATION Q18

ANNEXE IV : COTATION DES MESURES DE MAITRISE DES RISQUES

ANNEXE V : PRESENTATION DU MODELE DE CALCUL DES EFFETS THERMIQUES D'UN INCENDIE

ANNEXE VI : ECHANGES OFFICIELS SUR LE PROJET D'ACQUISITION DE LA PARCELLE ZL28