



# TERMINAL METHANIER DE FOS-CAVAOU

## ETUDE DE DANGERS

### RESUME NON TECHNIQUE

**Résumé du document :** Ce document constitue le résumé non technique de l'étude de dangers du terminal de Fos-Cavaou.

Ce résumé non technique permet de faciliter la lecture et la compréhension des informations de l'étude de dangers, mais il ne peut en aucun cas se substituer à l'étude de dangers elle-même.

**Date :** Décembre 2010

## GLOSSAIRE

ASD	Analyse des Situations Dangereuses
BARPI	Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles
GMAO	Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur
GN	Gaz Naturel (sous forme gazeuse)
GNL	Gaz Naturel Liquéfié (sous forme liquide)
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
LIE	Limite Inférieure d'Explosivité (idem que LII)
LII	Limite Inférieure d'Inflammabilité (idem que LIE)
MEEDDM	Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer
MMR	Mesure de Maîtrise des Risques (au sens de l'AM du 29 septembre 2005)
MMR (matrice)	Matrice de risque réglementaire telle que décrite dans la circulaire du MEEDDM du 29 septembre 2005
OMI	Organisation Maritime Internationale
GPMM	Grand Port Maritime de Marseille
PCSTN	Plan Commun de Sécurité Terre Navire
POI	Plan d'Opération Interne
PPAM	Politique de Prévention des Risques d'Accidents Majeurs
PPI	Plan Particulier d'Intervention
PPRT	Plan de Prévention des Risques Technologiques
REX	Retour d'EXpérience
SEI	Seuil des effets irréversibles
SEL	Seuil des effets létaux
SELS	Seuil des effets létaux significatifs
SGS	Système de Gestion de la Sécurité
SNCC	Système Numérique de Contrôle Commande
SSA	Système de Sécurité Automatisé
THT	TétraHydroThiophène (composé soufré utilisé pour odoriser le GN émis)
TMFc	Terminal méthanier de Fos Cavaou

## **PREAMBULE**

Ce document est le résumé non technique de l'étude des dangers du terminal méthanier de Fos Cavaou. Son objectif est de fournir au lecteur une vision globale du fonctionnement du terminal méthanier, des accidents potentiels susceptibles de s'y produire et des moyens mis en œuvre pour les éviter et les maîtriser.

Ce document fait partie de l'étude de dangers du terminal méthanier de Fos Cavaou. Il permet de faciliter la lecture et la compréhension des informations, mais il ne peut en aucun cas se substituer à l'étude de dangers elle-même.

Le personnel d'Elengy assure 24 heures sur 24 l'accueil des navires méthaniers, le déchargement, le stockage du GNL, sa re-gazéification puis son émission sur le réseau de transport de gaz naturel haute pression.

Certaines installations du terminal de Fos Cavaou sont des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Les responsables du terminal et l'ensemble du personnel sont donc particulièrement vigilants et attentifs au bon fonctionnement des installations, autant sur le plan industriel que sur les aspects sécurité et environnementaux, dans le respect de la réglementation en vigueur.

**SOMMAIRE GENERAL**

<b>1. OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS</b>	<b>5</b>
<b>2. LE TERMINAL METHANIER DE FOS CAVAOU</b>	<b>7</b>
2.A. LOCALISATION	7
2.B. PRESENTATION DE ELENGY	7
2.C. HISTORIQUE	7
2.D. LE PROCEDE MIS EN OEUVRE	8
2.E. LE GAZ NATUREL (GN) ET LE GAZ NATUREL LIQUEFIE (GNL)	8
2.F. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DU TERMINAL METHANIER	8
2.F.1. Déchargement du GNL	9
2.F.2. Stockage du GNL	9
2.F.3. Traitement du gaz d'évaporation	9
2.F.4. Pompage du GNL, regazéification et émission du gaz naturel	9
2.F.5. Services associés	9
2.F.6. Contrôle Commande et Système de Sécurité Automatisé	10
2.G. MOYENS TECHNIQUES ET ORGANISATIONNELS	10
2.G.1. Principales mesures de prévention	11
2.G.2. Principales mesures de protection	11
2.G.3. Moyens de secours	11
2.H. PLANS D'URGENCE	12
<b>3. L'ENVIRONNEMENT DU TERMINAL DE FOS CAVAOU</b>	<b>13</b>
3.A. L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL	13
3.B. INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT A PROXIMITE	14
3.C. URBANISATION AUTOUR DU TERMINAL	14
<b>4. CONTENU DE L'ETUDE DE DANGERS</b>	<b>16</b>
<b>5. DEMARCHE D'ETUDE ET D'ANALYSE</b>	<b>17</b>
5.A. PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE RETENUE	17
5.B. COTATION EN CLASSE DE PROBABILITE	17
5.C. COTATION EN NIVEAU DE GRAVITE	18
5.D. COTATION EN NIVEAUX DE RISQUE	20
5.E. SYNTHESE DE L'ANALYSE DE RISQUE	21
5.E.1. Recensement des potentiels de dangers	21
5.E.2. Identification des phénomènes dangereux sortant du site	21
5.E.3. Analyse détaillée des risques	22
5.E.4. Mesures d'amélioration proposées	23
<b>6. CARTOGRAPHIE PROPOSEE</b>	<b>24</b>
6.A.1. Cartographie des phénomènes dangereux	24
6.A.2. Cartographie pour l'élaboration des plans d'urgence	24
<b>7. CONCLUSION DE L'ETUDE DE DANGERS</b>	<b>25</b>
<b>8. LISTE DES ANNEXES</b>	<b>26</b>

## 1. Objectifs de l'étude de dangers

L'étude de dangers du terminal méthanier de Fos Cavaou a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par l'Exploitant pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques des installations du terminal méthanier de Fos Cavaou, autant que techniquement réalisable et économiquement acceptable.

Le terminal méthanier de Fos Cavaou relève de la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), en raison principalement des quantités importantes de gaz inflammable stockées sous forme liquide sur le site.

Le risque prépondérant est le risque d'incendie. Les effets d'une explosion de gaz naturel sur le site sont plus faibles et ils restent majoritairement limités à l'intérieur du site

L'étude de dangers du terminal méthanier de Fos Cavaou précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre à l'intérieur du terminal, qui réduisent le risque à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

Fondées sur les principes d'amélioration continue du niveau de sécurité des installations, les versions successives de l'étude de dangers proposent ou prennent en compte les évolutions des installations et de leur mode d'exploitation, ainsi que celle de l'environnement et du voisinage, afin :

- d'autoriser et réglementer les installations dont elle est l'objet,
- de procéder à l'information préventive sur les risques du public et du personnel,
- de favoriser l'émergence d'une culture du risque au voisinage des établissements dans le cadre de la mise en place des Comités Locaux d'Information et de Concertation (CLIC),
- de servir de base à l'élaboration des servitudes d'utilité publiques pour la maîtrise de l'urbanisation
- d'élaborer les plans d'urgence.

Cette étude décrit les phénomènes dangereux induits par l'activité du terminal méthanier de Fos Cavaou.

Dans le cadre et les limites des dispositions législatives et réglementaires relatives aux études de dangers, elle repose sur une analyse détaillée des causes possibles d'accident sur chacun des équipements construits et les mesures mises en œuvre pour y répondre.

La présente étude fait suite à l'étude des dangers réalisée en 2002 lors de la demande d'autorisation d'exploiter du terminal.

Les éléments principaux de son élaboration sont les suivants,

1. Les principes de conception et de sécurité du terminal méthanier et ses installations n'ont pas changé entre les deux études : en effet, le terminal a été conçu, puis présenté, puis autorisé, puis construit et mis en service sans que les principes de conception et de sécurité ne soient remis en cause. Les éléments apportés en 2002 restent pertinents et sont repris ici.
2. Le terminal est situé dans une zone où il n'induit pas de risques pour les populations ou les habitations.
3. Les effets des scénarios d'accidents crédibles (probabilité de classe A, B, C et D, voir explications détaillées dans le texte) conduisent aux mêmes résultats qu'en 2002 :

- a. La taille du site est suffisamment importante pour que les effets restent majoritairement à l'intérieur du site
- b. Il existe des scénarios qui impactent partiellement les installations industrielles riveraines : ELENGY établira avec les opérateurs voisins des plans d'urgence communs, afin de bénéficier d'une même culture du risque existante dans la zone. C'est une pratique recommandée dans les zones industrielles, et surtout portuaires, lorsque les installations sont mitoyennes.

Au regard de ces principes, le terminal satisfait les exigences de la réglementation applicable à un site qui s'insère dans les installations existantes, sur les terrains du Grand Port Maritime de Marseille.

La nouvelle méthode demandée par la loi relative à la prévention des risque technologiques du 30 juillet 2003 (loi « Bachelot ») et ses textes d'applications permet maintenant un classement complet de tous les scénarios d'accidents ayant des effets hors du site, pour des cas de très faible probabilité, en considérant que les mesures de protection et de mise en sécurité du terminal méthanier sont successivement défailtantes, ainsi que leurs opérateurs.

Afin de se prémunir contre ces scénarios hautement improbables, ELENGY va ajouter une barrière de surveillance permanente de la continuité de ses canalisations de transfert de gaz naturel liquéfié, pour se doter d'une mesure supplémentaire de détection d'une rupture pendant les opérations.

De ce point de vue, l'analyse de la sécurité du site et de son fonctionnement a été menée jusqu'à son extrémité.

Les distances d'effet de ces scénarios restent à l'intérieur de la zone de protection éloignée.

Enfin, la collection des effets de tous les scénarios, sans aucune exclusion, conduit à l'établissement du pourtour du plan d'urgence des autorités ( plan PPI), tel qu'il figure sur les brochures réglementaires d'information du public pour chaque usine de la zone industrielle.

Ce cercle est également situé à l'intérieur de la zone de protection éloignée pour la partie terrestre de la presqu'île de Cavaou.

## 2. Le terminal méthanier de Fos Cavaou

### 2.A. Localisation

Le terminal méthanier de Fos Cavaou occupe un terrain de 76 ha, au lieu-dit la presqu'île du Cavaou située au cœur du golfe de Fos (Bouches-du-Rhône), à l'extrême sud de la zone industrialo-portuaire gérée par le Grand Port Maritime de Marseille. Le site est encadré au sud par la mer Méditerranée, au nord par la darse sud et le canal de Fos à Port de Bouc, à l'est par un terrain vague puis la plage du Cavaou et à l'ouest par le terminal pétrolier (plan d'implantation en Annexe 1).

On accède au terminal méthanier de Fos Cavaou par un embranchement sur la « route des plages », route desservant le terminal pétrolier. Il est distant d'environ 4 km du centre ville de Fos-sur-Mer (Nord-Est). Un second accès « pont industriel » a été construit et mis en service.

### 2.B. Présentation de Elengy

Elengy est une société du groupe GDF SUEZ dont l'objet est l'exploitation et le développement de terminaux méthaniers. Elle exploite les terminaux méthaniers de Montoir-de-Bretagne sur la façade atlantique, de Fos-Cavaou et de Fos-Tonkin sur la façade méditerranéenne (plaquette de présentation en Annexe 2).

### 2.C. Historique

Le terminal méthanier de Fos Cavaou a été construit pour assurer l'alimentation par le sud du réseau de transport national de gaz naturel à partir de Gaz Naturel (GN) importé sous forme de Gaz Naturel Liquéfié (GNL).

Le gaz naturel est transporté sous forme liquide (GNL) lorsque son transport sous forme gazeuse (GN) par canalisation n'est pas possible (océans ou mers profondes à traverser, distances trop longues, etc.). Le gaz naturel peut en effet être liquéfié à la pression atmosphérique en abaissant sa température à -160 °C environ, ce qui permet de réduire son volume d'un facteur 600 (une même quantité de gaz naturel occupe à l'état liquide un volume environ 600 fois plus faible qu'à l'état gazeux).

Le terminal méthanier de Fos Cavaou permet de faire face à la demande croissante de consommation de gaz naturel et d'autre part, d'assurer dans les meilleures conditions de fiabilité, de sécurité et de coût sa triple mission :

- réceptionner du GNL par navires méthaniers
- stocker ce GNL dans des réservoirs tampon
- regazéifier ce GNL et l'émettre sous forme gazeuse dans le réseau de transport.

Le site du terminal méthanier de Fos Cavaou est exploité par Elengy. Le personnel d'Elengy exploite des terminaux méthaniers depuis 1965, dont actuellement les terminaux de Fos Tonkin (13), de Montoir de Bretagne (44) et depuis le printemps 2010 de Fos Cavaou (13).

## **2.D. Le procédé mis en oeuvre**

---

Le procédé mis en œuvre sur le terminal méthanier de Fos Cavaou est simple. Il consiste à :

- transférer le Gaz Naturel Liquéfié (GNL) du navire méthanier vers un réservoir de stockage,
- stocker le gaz naturel à l'état liquide dans les réservoirs,
- pomper le gaz naturel à l'état liquide dans les réservoirs, y réincorporer ses évaporations et augmenter sa pression,
- réchauffer le gaz naturel à l'état liquide pour l'amener à l'état gazeux par des échangeurs thermiques à ruissellement d'eau de mer,
- émettre le gaz naturel sous pression dans le réseau national de transport en l'odorisant et en contrôlant ses caractéristiques.

## **2.E. Le Gaz Naturel (GN) et le Gaz Naturel Liquéfié (GNL)**

---

Le gaz naturel (GN) se liquéfie à  $-160^{\circ}\text{C}$ , son volume est alors réduit d'environ 600 fois, ce qui permet de le transporter par voie maritime (dans des navires méthaniers) sur de longues distances.

Le gaz naturel liquéfié (GNL) est la solution retenue pour acheminer le gaz naturel issu de gisements éloignés vers les marchés gaziers lorsqu'il n'est pas possible de construire un gazoduc. Réceptionné dans des terminaux méthaniers, le GNL est stocké, regazéifié puis injecté dans le réseau de transport du gaz naturel.

Le GNL reçu au terminal méthanier de Fos Cavaou est un mélange d'hydrocarbures qui contient principalement du méthane. La teneur en méthane du GNL est comprise entre 87% et 91%.

Les principales propriétés du GNL sont les suivantes :

- incolore
- inodore
- liquide
- non toxique
- non corrosif
- froid ( $-160^{\circ}\text{C}$ )
- plus léger que l'eau (masse volumique d'environ  $465\text{ kg/m}^3$ )

La composition du gaz naturel regazéifié émis sur le réseau sous forme gazeuse est celle du GNL. Après sa regazéification, le gaz naturel est odorisé en sortie du terminal méthanier au moyen d'un produit soufré (le THT) afin de le rendre facilement détectable.

## **2.F. Description des installations du terminal méthanier**

---

Le terminal méthanier de Fos Cavaou comporte différentes installations techniques qui lui permettent de mener à bien ses missions à savoir : le déchargement des navires méthaniers,

le stockage tampon de GNL, la regazéification du GNL et le contrôle de la qualité du gaz naturel émis sur le réseau de transport (cf. vue aérienne en Annexe 3).

### **2.F.1. Déchargement du GNL**

La réception des navires méthaniers se fait de la rade de Fos-sur-Mer via un chenal de navigation. L'apponement du terminal permet d'amarrer les navires méthanier quasiment dans l'axe du vent dominant. Il est constitué d'une plate-forme supportant les 4 bras articulés (3 pour le déchargement du GNL et 1 pour le retour en gaz d'évaporation compensant le liquide déchargé). Ces bras permettent le raccordement des cuves des navires aux conduites terrestres de déchargement.

Le GNL est transféré du navire, vers les réservoirs de stockage à un débit pouvant atteindre 12 750 m<sup>3</sup> GNL/h à l'aide de pompes immergées dans les cuves du navire méthanier.

### **2.F.2. Stockage du GNL**

Pour pouvoir assurer une continuité d'émission entre les différentes réceptions de bateaux, le GNL est stocké liquide à -160°C dans des réservoirs cryogéniques (basse température). Ce stockage s'effectue dans trois réservoirs de 110 000 m<sup>3</sup> constitués d'une cuve interne en acier à 9 % de nickel, d'une isolation thermique et d'une cuve externe en béton armé précontraint de 80 cm d'épaisseur.

### **2.F.3. Traitement du gaz d'évaporation**

Le gaz d'évaporation généré à l'intérieur des réservoirs ou à l'intérieur des circuits de tuyauteries (par échange naturel de chaleur à travers les parois calorifugées de ces équipements) est récupéré. Il est ensuite comprimé puis réincorporé au GNL.

### **2.F.4. Pompage du GNL, regazéification et émission du gaz naturel**

Le GNL est d'abord pompé des réservoirs de stockage à l'aide de pompes immergées à l'intérieur des réservoirs. Le GNL est ensuite dirigé vers la pomperie Haute Pression. Cette dernière permet d'augmenter la pression du GNL liquide jusqu'à environ 95 bar.

L'ensemble du GNL est ensuite envoyé dans les regazéifieurs à ruissellement d'eau du terminal. Ces équipements sont constitués de tubes verticaux ailettes, en alliage d'aluminium, à l'intérieur desquels circule le GNL. Celui-ci se regazéifie grâce à la chaleur apportée par l'eau qui ruisselle à l'extérieur des tubes. Cette eau provient du canal de Port de Bouc qui longe le terminal au Nord (le terminal est équipé d'une installation de pomperie d'eau de mer).

Le Gaz Naturel est ensuite comptabilisé, odorisé, détendu et acheminé par une canalisation enterrée de 750 mm de diamètre jusqu'au gazoduc (1050 mm) du réseau de transport national de gaz naturel situé en limite de propriété Est. L'odorisation du Gaz Naturel émis est réalisée dans une installation spécifique située dans l'enceinte du terminal.

### **2.F.5. Services associés**

Les principales utilités nécessaires au fonctionnement du terminal méthanier sont :

- L'électricité : deux lignes électriques complétées par quatre groupes électrogènes de secours.

- L'air comprimé pour le fonctionnement de différents organes de régulation et de sécurité du terminal.
- Le gaz service (gaz naturel) utilisé par le procédé.
- L'eau de mer pour la regazéification.
- Le réseau incendie alimenté par deux pomperies redondantes dont l'eau provient du canal ou de la darse.
- L'électrochloration de l'eau de mer pour prévenir la prolifération d'organismes (coquillages, moules, etc.) au sein des circuits d'eau de regazéification.
- L'azote utilisée pour l'inertage des capacités ou conduites lors des opérations de maintenance.
- L'émulsifiant est utilisé par les générateurs à mousse pour maîtriser les feux éventuels de GNL.
- Le THT pour l'odorisation du gaz naturel émis.

### **2.F.6. Contrôle Commande et Système de Sécurité Automatisé**

Un système numérique de contrôle commande (SNCC) permet la surveillance permanente et la conduite des installations. Ce système SNCC permet :

- d'améliorer la conduite des installations grâce à l'ergonomie du système,
- d'améliorer la sécurité des équipements et des installations,
- de mieux maîtriser le suivi des incidents techniques,
- d'optimiser le fonctionnement de l'installation (suivi en temps réel des consommations),
- de mettre à disposition des informations (nombre d'arrêts, cumuls de temps de fonctionnement d'équipements, etc.) qui peuvent être utilisées par le système de Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO),

Par ailleurs, un système de sécurité automatisé (SSA) assure un haut niveau de sécurité sur le terminal. Ce système SSA est fondé sur :

- une détection fiable des épandages de GNL, de fuites de gaz naturel, ou des feux, via des capteurs gaz, froid et flamme répartis sur l'ensemble du site,
- des alarmes et des actions automatiques de mise en sécurité du procédé avec le déclenchement des moyens de lutte appropriés.

## **2.G. Moyens techniques et organisationnels**

---

Conformément aux prescriptions réglementaires, le terminal méthanier de Fos Cavaou est doté d'un système de gestion de la sécurité (SGS). Ce SGS est décrit dans un manuel spécifique qui fait état de l'organisation, et de la méthodologie de gestion de la sécurité pour l'ensemble du site.

Les moyens techniques et organisationnels répondent aux besoins de :

- prévention, permettant d'éviter un incident,

- protection, protégeant les autres équipements en cas d'incident,
- intervention, stoppant l'accident ou en limitant les effets.

Les moyens techniques propres au site (personnel mobilisable, moyens matériels, etc.) et les moyens extérieurs mobilisables (personnel et moyens d'autres entités de Elengy, moyens extérieurs privés et publics, etc.) sont décrits en détail dans l'étude de dangers.

### **2.G.1. Principales mesures de prévention**

Pour faire face aux accidents et tout particulièrement aux accidents majeurs, les principales mesures de prévention prises sont de plusieurs ordres :

- Conception et construction
  - Choix d'un site aux conditions maritimes très favorables : position isolée dans la darse, quasi-absence de marée et absence de courant, etc.
  - Définition d'une « zone gaz » tenant compte des scénarios d'accidents, permettant de limiter la probabilité d'inflammation (matériel électrique, contrôle des travaux avec feu nu, etc.)
- Exploitation
  - Mise en œuvre d'un Plan Commun de Sécurité Terre – Navire (PCSTN)
  - Limitation d'accès ou d'activité lorsque le navire est à quai
  - Politique d'exploitation responsabilisant le personnel (rondes de surveillance, permis de travaux, etc.)
  - Présence permanente de deux opérateurs dédiés à la surveillance des opérations (un membre de l'équipage sur le navire méthanier, un opérateur d'Elengy à terre à quai) lors des phases de déchargement
  - Procédure stricte de mise en froid, de raccordement, de déchargement et de déconnexion
  - Politique de maintenance préventive
  - Formation et habilitation du personnel
  - Contrôle des entreprises intervenantes
  - Exercices de sécurité

### **2.G.2. Principales mesures de protection**

Les principales mesures de protection qui permettent de limiter les conséquences d'éventuels accidents majeurs sont :

- la mise en place d'un Système de Sécurité Automatisé (SSA) basé sur des détections fiables et des actions de sécurité (cf. § 2.F.6), qui permet d'interrompre rapidement les transferts de fluides en cas d'incident ou d'accident,
- l'installation de systèmes de déluge d'eau sur les surfaces exposées des équipements (réservoirs, ballons de purge, etc.) et des bâtiments pour absorber le rayonnement thermique incident et refroidir leurs parois,

### **2.G.3. Moyens de secours**

Le terminal méthanier de Fos Cavaou est doté de ses propres moyens de luttés fixes :

- Réseau d'eau incendie, Réserve d'eau douce & Poteaux incendie,
- Rampes d'arrosage,
- Installations fixes de protection à mousse,
- Installations fixes de protection à poudre.

Ces moyens fixes sont complétés par des moyens mobiles :

- Camions incendie,
- Extincteurs (poudre, eau pulvérisée, CO2).

Ces mesures sont ordonnées suivant les risques par des plans d'urgence qui précisent les actions à entreprendre et les moyens de lutte à mettre en oeuvre, les circuits d'alerte et les limites de responsabilité.

## **2.H. Plans d'urgence**

---

Le terminal de Fos Cavaou dispose d'un Plan d'Opération Interne (POI), document définissant à partir de l'étude de dangers, les mesures organisationnelles, les mesures d'intervention et les moyens matériels à mettre en oeuvre en cas d'accident sur les installations pour protéger le personnel, les populations et l'environnement.

Les pouvoirs publics établissent également, sur la base de l'étude de dangers, un Plan Particulier d'Intervention (PPI) visant à assurer la sauvegarde des populations et la protection de l'environnement lorsque l'accident entraîne, ou est susceptible d'entraîner, des dangers débordant des limites de l'établissement.

### 3. L'environnement du terminal de Fos Cavaou

#### 3.A. L'environnement industriel

Le terminal méthanier est situé au cœur d'une zone industrielle de grande dimension. Sur le territoire de la commune de Fos-sur-Mer la zone industrialo-portuaire représente 7000 ha et compte 17 sites industriels comportant des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

Les voisins les plus proches sont situés sur la presqu'île :

- Le terminal pétrolier exploité par le GPMM
- La société RTDH (Traitement des déchets industriels) située dans une enclave dans le terminal pétrolier
- Les dépôts de bitume d'ESSO (BITUMEX), situés entre le poste C2 et le poste des remorqueurs
- Le poste des remorqueurs (BOLUDA)

Les installations industrielles les plus proches appartiennent au GPMM. Elles comportent des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Mais elles ne sont pas soumises à la réglementation « SEVESO ».

Entreprise	Activité	Produits pouvant donner lieu à un accident majeur	Risque
Terminal Pétrolier du GPMM	Chargement Déchargement de navires	Pétrole, produits chimiques, GPL	Explosion Incendie Emission de gaz toxiques

Tableau 1: Installations ICPE sur la presqu'île du Cavaou

Les autres entreprises voisines sont plus éloignées. Celles soumises à la Directive 96/82/CE concernant les risques industriels majeurs et dont la zone PPI (Plan Particulier d'Intervention) est à moins de 1 000 m du terminal sont répertoriées ci-après :

Entreprise	Distance	Activité	Produits pouvant donner lieu à un accident majeur	Risque
ARCELOR-MITTAL	1 000 m	Sidérurgie	Gaz de cokerie, de haut fourneau, d'aciérie	Explosion, Incendie
CYCOFOS	1 000 m	Production d'électricité	Gaz de cokerie, de haut fourneau, d'aciérie, gaz naturel	Explosion, Incendie
DEPOTS PETROLIERS DE FOS	1 800 m	Dépôt pétrolier	Hydrocarbures liquides raffinés, MTBE (Methyl Tetra Butyl Ether), méthanol	Incendie, Emission de gaz toxiques

ESSO	2 000 m	Dépôt pétrolier	Pétrole brut, GPL (propane, butane), essences, kérosène	Explosion, Incendie, Emission de gaz toxiques
ARKEMA (ex ATOFINA- ATOCHEM)	2 700 m	Chimie	Chlore, hydrogène, soufre, dérivés phosphorés, phosphore, chlorure de vinyle, éthylène, dichloroéthane	Incendie, Emission de gaz toxiques

Tableau 2 : Entreprises dont la zone PPI est à moins de 1000 m

L'interaction entre le terminal méthanier et les sites à risque voisins est étudiée dans l'étude de dangers du terminal au titre des effets dominos. Au sens 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, il n'y a pas d'effet domino du terminal vers ces installations.

Parmi les entreprises précédemment identifiées, seuls les voisins les plus proches peuvent être impactés par les scénarios d'accident présentés dans l'étude de dangers.

### 3.B. Infrastructures de transport à proximité

Les infrastructures de transport à proximité du terminal sont les suivantes :

- o La route nationale RN 544 (qui traverse la zone industrielle de Fos) passe à 1,2 km de la limite Nord-Ouest du terminal. Le trafic moyen sur cette route est de 4420 véhicules par jour (source : Direction Départementale de l'Équipement, année 2005).
- o La route nationale RN 545 (qui traverse également la zone industrielle de Fos) passe à 2,3 km de la limite Nord-Est du terminal. Le trafic moyen sur cette route est de 9790 véhicules par jour (source : Direction Départementale de l'Équipement, année 2005).
- o Il n'y a pas de voies ferrées passant à proximité du terminal.
- o Le canal de Fos à Port de Bouc longe le côté nord du terminal à une distance de 700 m. Il assure la jonction entre la darse sud et le port pétrolier de Lavéra.
- o L'aéroport civil Marseille - Provence qui est situé à environ 27 km du site, et l'aéroport civil et militaire d'Istres Le Tubé qui est situé à environ 8,5 km du site.

### 3.C. Urbanisation autour du terminal

Il n'y a pas d'habitation à proximité immédiate du terminal. Les habitations les plus proches du terminal sont situées à plus de 3 km à vol d'oiseau :

- o Immeuble « le Fosséa » à l'extrémité de la route des plages,
- o Résidence de la pointe Saint-Gervais (3,2 km)

Les zones résidentielles les plus proches sont celles de la commune

- o Fos-sur-Mer, dont le centre-ville se situe environ à 4 km, en direction nord-est
- o Rue du capitaine à 3,5 km à vol d'oiseau, direction est/nord-est.

Il n'y a pas d'Etablissement Recevant du Public (ERP) dans l'environnement immédiat du site.  
Les ERP les plus proches du site sont :

- Hôtel restaurant de la plage sur la route des plages à plus de 3 km (N/N-E)
- Restaurant « Mistral gagnant » sur la route des plages à 1,5 km (N/N-E)

La plage surveillée du Cavaou est située au nord est du terminal à environ 2 km.

## **4. Contenu de l'étude de dangers**

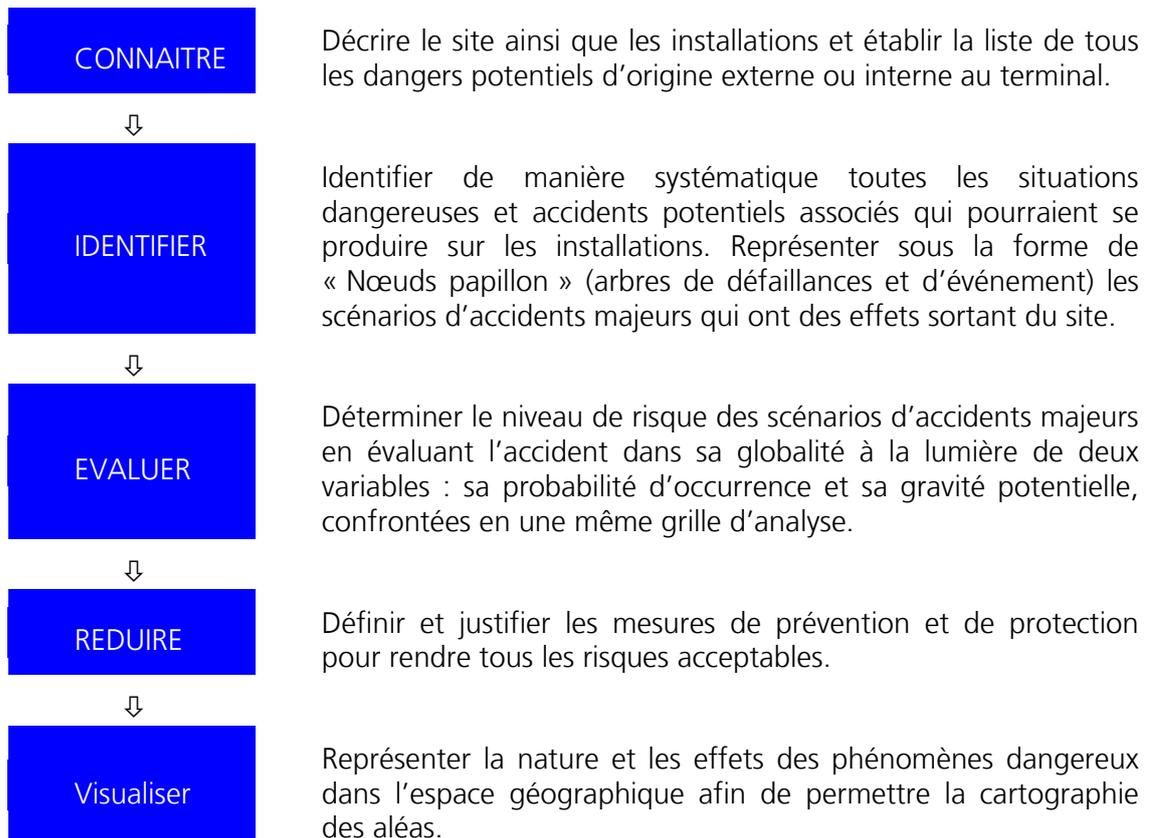
L'étude de dangers du terminal de Fos Cavaou est réalisée dans le cadre de l'application des exigences de la Directive 96/82/CE du 9 décembre 1996 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses, dite « SEVESO II » transposée en France par l'arrêté ministériel du 10 mai 2000.

L'étude de dangers du terminal de Fos Cavaou répond à l'ensemble des exigences réglementaires en la matière. Son périmètre englobe l'ensemble des activités menées sur le site du terminal méthanier de Fos Cavaou exploité par Elengy. Les activités en interface avec le terminal, comme les navires méthaniers et le réseau de transport de gaz sont gérées dans le cadre de réglementations idoines.

## 5. Démarche d'étude et d'analyse

### 5.A. Présentation de la méthodologie retenue

La méthodologie retenue pour réaliser l'étude de dangers du terminal de Fos Cavaou comporte les étapes suivantes :



### 5.B. Cotation en classe de probabilité

La classe de probabilité correspond à la fréquence à laquelle un incident peut se produire durant la vie d'une installation.

L'Arrêté Ministériel du 29 septembre 2005 détermine les règles relatives à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets des phénomènes dangereux et de la gravité potentielle des accidents susceptibles d'apparaître et d'affecter les intérêts visés par l'article L. 511-1 du Code de l'Environnement.

Cet arrêté définit les 5 classes de probabilité suivantes :

Classe de probabilité	Approche qualitative		Fréquence indicative
	Qualification de l'événement	Description	
A	Courant	Evénement qui s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de la vie de l'installation, malgré d'éventuelles mesures correctives	$P \geq 1.10^{-2}$ (au moins tous les 100 ans)
B	Probable	Evénement qui s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation	$1.10^{-3} \leq P < 1.10^{-2}$ (1 fois tous les 100 à 1 000 ans)
C	Improbable	Un événement similaire s'est déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que d'éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$1.10^{-4} \leq P < 1.10^{-3}$ (1 fois tous les 1 000 à 10 000 ans)
D	Très improbable	Evénement qui s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité.	$1.10^{-5} \leq P < 1.10^{-4}$ (1 fois tous les 10 000 à 100 000 ans)
E	Possible mais extrêmement peu probable	Evénement qui n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années d'installations.	$P < 1 \times 10^{-5} / \text{an}$ (moins d'une fois tous les 100 000 ans)

Tableau 3 : Définition des classes de probabilité

La probabilité de survenance de chaque scénario d'accident majeur identifié a été déterminée sur la base d'une analyse semi-quantitative basée sur des dires d'expert et du retour d'expérience. Cette cotation a été effectuée en groupe de travail par des exploitants des terminaux et des représentants du Service Technique d'Elengy en combinant les probabilités de survenance des événements initiateurs avec les niveaux de confiance des mesures de maîtrise des risques retenues.

Pour alimenter son retour d'expérience, Elengy a dressé le bilan des incidents survenus sur ses équipements, ou sur des installations similaires à partir du retour d'expérience propre à l'industrie du GNL établi depuis les années 60 et à partir de la base de données des accidents industriels du BARPI.

### 5.C. Cotation en niveau de gravité

Les phénomènes dangereux identifiés font l'objet d'une quantification afin de connaître les distances maximales de leurs effets.

L'identification des dangers fait apparaître que sur un terminal méthanier les phénomènes dangereux redoutés engendrent essentiellement et de manière stabilisée du rayonnement thermique.

Les seuils d'effet et en particulier ceux des effets thermiques impactant les personnes ont été définis dans l'Arrêté Ministériel du 29 septembre 2005 :

- Seuil des effets irréversibles (SEI) qui correspond au seuil des effets significatifs sur les personnes : 3 kW/m<sup>2</sup> ainsi que, le cas échéant, l'extension maximale du nuage inflammable de gaz naturel augmentée de 10%.
- Seuil des effets létaux (SEL) qui correspond au seuil des effets graves sur les personnes : 5 kW/m<sup>2</sup>
- Seuil des effets létaux significatifs (SELS) qui correspond au seuil des effets très graves sur les personnes : 8 kW/m<sup>2</sup> ainsi que, le cas échéant, l'extension maximale du nuage inflammable de gaz naturel.

Ce même arrêté donne aussi les valeurs de référence pour les effets sur les structures. Nous retiendrons tout particulièrement le seuil des effets dominos 8 kW/m<sup>2</sup> correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures (seuil à partir duquel les effets domino doivent être examinés, une modulation étant possible en fonction des matériaux et structures concernés).

La réglementation demande d'apprécier la gravité d'un accident potentiel par rapport aux conséquences de cet accident sur les personnes exposées situées à l'extérieur du site. Elle définit ainsi 5 niveaux de gravité permettant de hiérarchiser chacun des scénarios en fonction de ses conséquences :

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

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

SEL et SELS : seuils pour lesquels les effets d'un accident sont supposés provoquer la mort de respectivement 1% et 5% de la population générale exposée pendant un temps donné.

SEI : seuil pour lequel les effets d'un accident sont supposés provoquer des effets irréversibles pour la santé humaine.

Tableau 4 : Définition des niveaux de gravité

L'étude des conséquences des différents scénarios majeurs identifiés a été menée à partir de calculs et de modélisations réalisées à l'aide d'outils informatiques développés ou qualifiés par la Direction de la Recherche et de l'Innovation de GDF SUEZ. Ces outils sont reconnus par la communauté scientifique internationale.

## 5.D. Cotation en niveaux de risque

Le risque est l'association de deux grandeurs : celle de la gravité et celle de la probabilité d'occurrence d'un scénario.

Une matrice de risque définie par la réglementation française pour les sites SEVESO permet de déterminer le niveau d'acceptabilité (ou niveau de risque) de chaque scénario en fonction de son niveau de gravité et sa classe de probabilité. Chaque accident potentiel est placé sur l'un de ces niveaux en fonction de sa probabilité et de sa gravité.

On distingue ainsi 3 niveaux de risque :

- Une zone de risque acceptable (en vert),
- Une zone de risque intermédiaire (en jaune et orange), où figure le sigle «MMR» (Mesure 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 des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.
- Une zone de risque élevé, figuré par les mots « NON partiel » (en orange) et « NON » (en rouge) ; risque pour lequel une démarche de réduction de risques en fréquence et/ou gravité doit être menée, jusqu'à atteindre le niveau d'acceptabilité.

### Niveau de Gravité

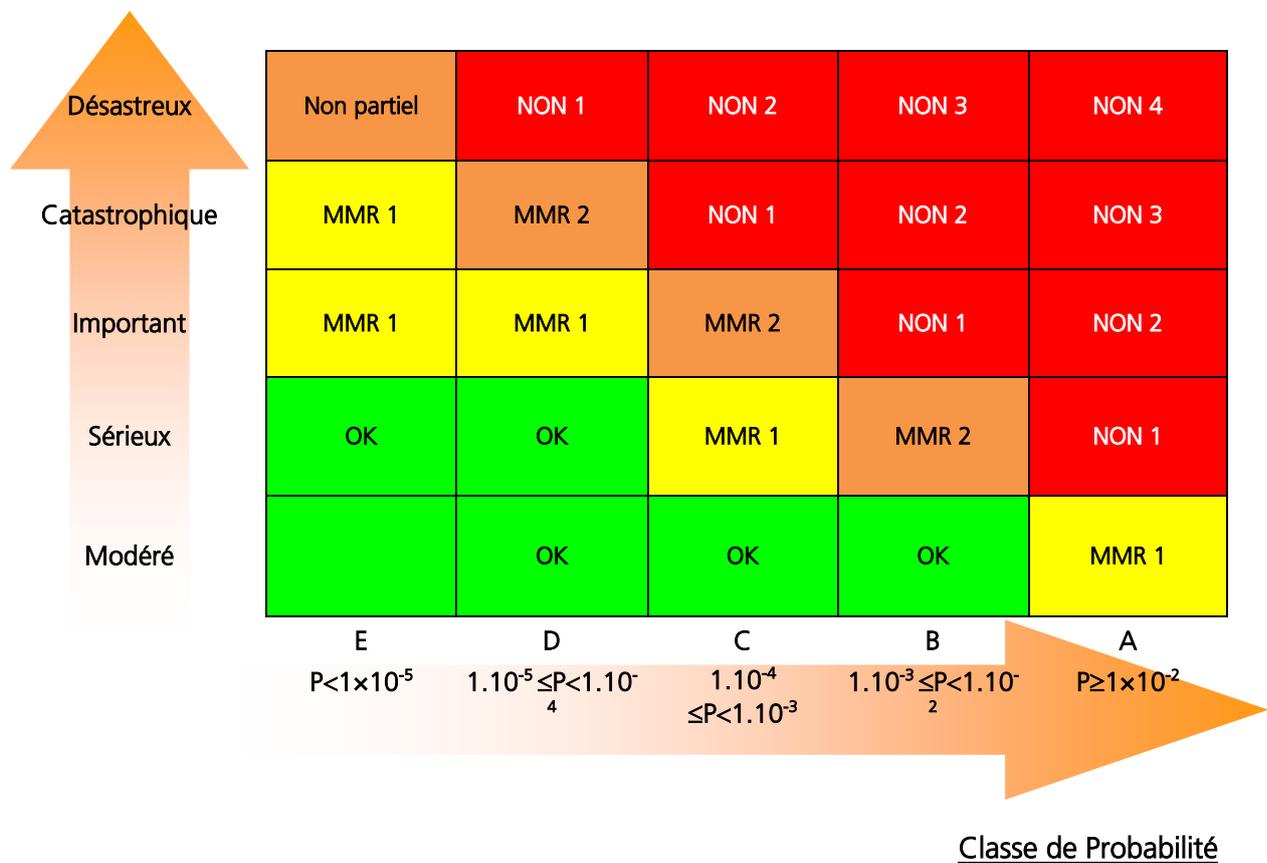


Figure 1: Matrice des niveaux de risques

## 5.E. Synthèse de l'analyse de risque

---

### 5.E.1. Recensement des potentiels de dangers

Le produit présent en grande quantité sur le terminal est le gaz naturel, qui a la propriété d'être inflammable. Les autres produits inflammables, comme le THT utilisé pour odoriser le gaz ou le gasoil utilisé pour alimenter les équipements de secours, sont présents en trop petite quantité pour occasionner un risque hors du site.

Les potentiels de dangers sont liés à une perte de confinement du gaz naturel sur une canalisation ou un équipement lors des opérations de transfert de liquide ou de gaz. Les conséquences d'un éventuel relâchement sont les suivantes :

- En cas de fuite sur les circuits de liquide, le GNL se répand sur le sol ou sur l'eau en formant une nappe qui se vaporise. Les vapeurs de GNL, dont la température est inférieure à -100°C, sont plus lourdes que l'air. Elles forment un nuage inflammable dérivant au niveau du sol. Deux effets sont alors redoutés si le nuage rencontre une source d'inflammation :
  - les effets thermiques dus à la combustion du nuage
  - le rayonnement du feu de la nappe
- En cas de fuite sur les circuits gazeux, le gaz se disperse dans l'air. Si le panache ainsi formé rencontre une source d'inflammation, l'effet redouté est le rayonnement thermique du feu de jet de gaz (aussi appelé feu de torche).
- Le risque de toxicité est nul, le gaz naturel (essentiellement constitué de méthane) est non toxique et il en est de même de ses produits de combustion.
- Le risque d'explosion n'est pas retenu en cas d'inflammation de gaz naturel en champ libre. Seuls certains cas d'inflammation en milieu confiné ou semi confiné sont étudiés car ils sont susceptibles de conduire à des effets de surpression.

La liste de tous les aléas d'origine externe et interne au terminal de cause naturelle, liée à l'activité humaine ou industrielle, et susceptible d'endommager les canalisations ou les équipements du terminal a été établie :

- Dangers de cause naturelle : séisme, mouvement de sol, mouvements de l'eau, intempéries, vent, foudre, températures extrêmes, incendie de végétations, etc.
- Dangers externes liés à l'activité humaine et industrielle : voies de circulation, environnement industriel (effets dominos), navires méthaniers, etc.
- Dangers liés à l'activité interne du terminal : dangers présentés par le gaz naturel en phase gazeuse ou en phase liquide, dangers présentés par les autres produits présents sur le site, etc.

Le retour d'expérience (REX) et l'accidentologie des terminaux méthaniers français et mondiaux est particulièrement favorable. Elle a été intégrée dans l'étape d'identification.

### 5.E.2. Identification des phénomènes dangereux sortant du site

Sur la base de l'identification des dangers, des potentiels de dangers et de l'accidentologie, une Analyse des Situations Dangereuses (ASD) a été appliquée à l'ensemble des installations du terminal méthanier de Fos Cavaou.

Cette ASD permet de recenser toutes les séquences accidentelles qui peuvent effectivement survenir sur les installations du terminal, en partant des causes pour aboutir aux phénomènes dangereux. Ces événements sont ensuite triés pour recenser ceux qui vont générer des effets sortant du site et qui feront l'objet d'une analyse détaillée des risques. Ces événements comportent :

- des fuites importantes ou la rupture d'un ou plusieurs bras de déchargement
- des fuites importantes ou la rupture des canalisations de déchargement ou d'émission de GNL utilisées pour relier les équipements
- des fuites importantes ou la rupture des canalisations d'émission de gaz naturel
- des fuites sur les réservoirs de GNL
- une brèche sur le ballon de purge à l'apportement.

### 5.E.3. Analyse détaillée des risques

L'analyse détaillée des risques permet d'étudier finement tous les événements générant des effets hors du terminal. La liste complète de ces phénomènes dangereux est donnée en Annexe 4. La matrice ci-dessous présente la répartition des phénomènes dangereux suivant leur niveau de gravité et leur classe de probabilité.

On rappelle que l'étude de dangers, et la cotation en gravité des scénarios d'accident, prend en compte les effets sur les personnes potentiellement exposées situées à l'extérieur du site.

#### Gravité

Désastreux					
Catastrophique	3 feux de nuage 2 feux de jet				
Important	8 feux de nuage 10 feux de nappe 1 feu de jet	8 feux de nuage 2 feux de nappe 1 feu de jet	2 feux de nuage 1 feu de jet		
Sérieux	1 UVCE	1 feu de jet			
Modéré	2 feux de nappe	2 feux de nappe 2 feux de jet	1 feu de jet		1 feu de jet
	E $P < 1 \times 10^{-5}$	D $1.10^{-5} \leq P < 1.10^{-4}$	C $1.10^{-4} \leq P < 1.10^{-3}$	B $1.10^{-3} \leq P < 1.10^{-2}$	A $P \geq 1 \times 10^{-2}$

#### Probabilité

La prise en compte de Plans d'Urgences cohérents avec les industriels voisins a permis de diminuer le niveau de gravité des accidents. On obtient la hiérarchisation suivante des accidents potentiels :

- aucun scénario classé en zone de risque «NON»
- 3 scénarios en zone de risque intermédiaire MMR rang 2

- 36 scénarios classés en zone de risque intermédiaire MMR rang 1
- et 9 scénarios en zone de risque acceptable.

L'application de la hiérarchisation des accidents au sens de la circulaire du 29 septembre 2005 relatives aux critères d'appréciation de la démarche de maîtrise des risques d'accidents susceptibles de survenir dans les établissements dits « SEVESO », met en évidence qu'aucune situation n'est inacceptable.

#### **5.E.4. Mesures d'amélioration proposées**

Dans le cadre de sa démarche permanente d'amélioration continue de la sécurité de ses installations, Elengy mettra en place une mesure technique de maîtrise des risques supplémentaire destinée à stopper les fuites massives. Par ailleurs, sur la base des résultats de cette étude de dangers, l'Exploitant du terminal méthanier de Fos Cavaou :

- mettra à jour le Plan d'Opération Interne (POI), ainsi que les Plans d'Urgence et les Fiches Réflexe associées
- mettra à jour la liste des « EIPS » du terminal et les documents associés,
- se rapprochera des industriels voisins afin d'établir ensemble un plan d'action visant, d'une part à mettre en cohérence leurs Plans d'Urgence respectifs (au sens de la circulaire du MEEDDM du 28 déc 2006), et d'autre part, à effectuer régulièrement un exercice commun de mise en situation.

## 6. Cartographie proposée

### 6.A.1. Cartographie des phénomènes dangereux

La cartographie est fournie en Annexe 5 en classant tous les phénomènes dangereux par nature et par classe de probabilité décroissante.

### 6.A.2. Cartographie pour l'élaboration des plans d'urgence

L'élaboration des plans d'urgence et en particulier le Plan Particulier d'Intervention (PPI) est basée sur une approche globale. Elle ne tient pas compte de la probabilité des scénarios d'accidents, ni de l'action des systèmes de sécurité, ce qui peut mener à des distances d'effet importantes.

Pour cette cartographie (cf. Annexe 6), les phénomènes dangereux « enveloppe » dont les distances d'effets sont les plus importantes sont les effets thermiques résultant des scénarios suivants :

- Rupture de tous les bras de déchargement
- Rupture sur le circuit de canalisation GN HP

## 7. Conclusion de l'étude de dangers

Cette nouvelle version de l'étude de danger a permis :

- d'actualiser l'analyse des dangers éventuellement générés par l'activité du terminal méthanier de Fos-Cavaou,
- d'actualiser les scénarios d'accident pouvant survenir au cours de l'exploitation,
- de mettre en application les évolutions réglementaires et méthodologiques récentes en explicitant les barrières de conception et d'organisation existantes sur le terminal méthanier de Fos Cavaou.

En synthèse de l'analyse des risques effectuée dans cette étude, il s'avère :

- qu'il n'y a pas de scénarios d'accident classé en zone de risque inacceptable au sens de la matrice de risque réglementaire telle que décrite dans la circulaire du MEEDDM du 29 septembre 2005.
- qu'il y a 3 scénarios d'accident classés en zone de risque intermédiaire «MMR de rang 2 »
- qu'il y a 36 scénarios d'accident classés en zone de risque intermédiaire «MMR de rang 1 »

Ces scénarios n'impactent aucune zone d'habitation. Leurs conséquences à l'extérieur du site sont limitées. Ces conséquences concernent principalement, soit les terrains à l'ouest du site, soit les terrains vagues situés à l'est du site.

Les résultats de cette étude de dangers montrent que le risque résiduel relatif au terminal de Fos Cavaou, compte tenu de l'environnement du site et des mesures de maîtrise des risques mises en place, est modéré.

Cette étude permettra également de définir les servitudes d'urbanisation autour du terminal méthanier.

## **8. Liste des annexes**

*Annexe 1 : Plan de situation du terminal de Fos Cavaou*

*Annexe 2 : Plaquette de présentation du terminal méthanier de Fos Cavaou*

*Annexe 3 : Photographies aériennes du terminal de Fos Cavaou*

*Annexe 4 : Tableau des phénomènes dangereux*

*Annexe 5 : Enveloppes des phénomènes dangereux par niveau de probabilité*

*Annexe 6 : Enveloppes des effets thermiques et de surpression pour les plans d'urgence*