

# Explosion dans un atelier de réparation de capacités au GPL

Le 20 janvier 1997

Saint-Rémy de Provence [Bouches du Rhône]  
France

Explosion  
Dégazage  
GPL  
Travaux point chaud  
Victimes  
Facteur humain  
Organisation  
Procédure

## LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

### Le site :

L'activité du site réside essentiellement dans la rénovation et la maintenance de capacités (citernes, sphères, ...) utilisées pour du gaz liquéfié. Ainsi, les principales opérations effectuées sont le dégazage à l'eau, le remplacement des équipements, le nettoyage interne et externe, les travaux de peinture.

Le site se compose de 2 ateliers séparés d'une centaine de mètres, d'une torchère pour le brûlage des gaz résiduels. L'atelier « grand vrac », occupant 5000 m<sup>2</sup>, permet l'entreposage des capacités de 3,2 t et plus. L'atelier « petit vrac » est destiné aux travaux des capacités inférieures à 3,2 t et comprend les cabines de peinture. 8 à 10 personnes travaillent sur le site.

2 types de travaux peuvent être effectués :

- ✓ le petit entretien correspond à des travaux effectués sur du matériel récent et comprend simplement les changements d'équipements, le nettoyage et la projection d'un voile de peinture. La citerne est alors préalablement ramenée à la pression atmosphérique par envoi de sa phase gaz à la torche. Pendant les travaux, elle contient donc des vapeurs de gaz.
- ✓ dans le cadre d'un grand entretien, la citerne nécessite un sablage et une métallisation. Ainsi, préalablement, outre les opérations évoquées ci-dessus, la citerne subit un dégazage à l'eau (remplissage à l'eau puis vidange pour chasser les gaz résiduels).

En matière de sécurité, la différence entre les 2 types d'entretien réside dans la procédure de dégazage.

## L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT, SES EFFETS ET SES CONSÉQUENCES

### L'accident :

Le jour de l'accident, une citerne est en cours de petit entretien dans l'atelier « grand vrac ». Elle a été construite en 1979, a une capacité de 2,28 m<sup>3</sup> et ses pressions de calcul et d'épreuve sont respectivement de 17 bar et 25,5 bar (en relatif). Elle se présente sous forme d'un réservoir cylindrique horizontal en acier non allié (A 48 PI / NFA 36205) et dispose de pieds de supportage. Son poids est de 640 kg et sa charge nominale en gaz de 1t. Elle est utilisée pour le stockage de propane chez des particuliers.

Ses principaux équipements sont un bouchon de purge (en génératrice inférieure), une multivalve pour le soutirage de la phase gaz, une soupape de sécurité pour la protection du réservoir, une jauge rotative pour permettre l'évaluation du niveau de remplissage, un clapet d'emplissage pour permettre l'emplissage du réservoir par le camion, le clapet de reprise liquide avec tube plongeur.

Le séquençement des opérations subies par la citerne n'est pas connu avec précision et notamment l'état au moment de l'accident (torchage simple ?, inertage à l'eau ?,...). Toutefois, sur la base d'éléments recueillis par l'expert :

- ✓ les travaux s'apparentaient à du petit entretien : phase gaz mise à la torche, citerne rentrée dans l'atelier, changement d'accessoires et injection de 2 l de méthanol avant le remplacement du dernier équipement, test d'étanchéité à l'air sous 7 bar (relatif), puis pression ramenée à la pression atmosphérique par utilisation d'un pousse-clapet sur le clapet d'emplissage, préparation pour la peinture ;
- ✓ un dégazage de la citerne avait été réalisé mais son type n'est pas connu avec précision ;
- ✓ des équipements avaient déjà été changés sur la capacité.

Le 20 janvier 1997, un des pieds de supportage de la citerne aurait été tordu, nécessitant son redressement (effectué à coup de masse) et sa fixation par soudage. Une instruction de dégazage à l'eau aurait été donnée préalablement au soudage.

Lors de ces travaux, alors que le soudage est en cours, une violente explosion se produit et la citerne éclate en plusieurs morceaux dont certains de grande taille. Un des fragments est projeté vers le toit de l'atelier et endommage un pont roulant situé à une dizaine de mètres de haut.

### Les conséquences :

Le bilan est de un mort (un des ouvriers projeté à 10 m) et de 5 blessés parmi les autres employés.

Au plan matériel, le tiers du bâtiment « grand vrac » est détruit.

### Echelle européenne des accidents industriels

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des États membres pour l'application de la directive 'SEVESO', l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants, compte-tenu des informations disponibles.

Matières dangereuses relâchées		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences humaines et sociales		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences environnementales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences économiques		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les paramètres composant ces indices et le mode de cotation correspondant sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.aria.ecologie.gouv.fr>.

La valeur 2 est attribuée aux conséquences humaines suite au décès d'un ouvrier et au nombre de blessés parmi les employés (paramètres H3-H4).

La valeur 1 est attribuée à l'indice relatif aux matières relâchées, l'énergie libérée dans l'explosion ayant été évaluée à quelques kg d'équivalent TNT (paramètre Q2)

## **L'ORIGINE, LES CAUSES ET LES CIRCONSTANCES DE L'ACCIDENT**

L'analyse réalisée par l'expert pour déterminer les conditions de la rupture fait ressortir les éléments suivants.

### ✓ **Energie libérée :**

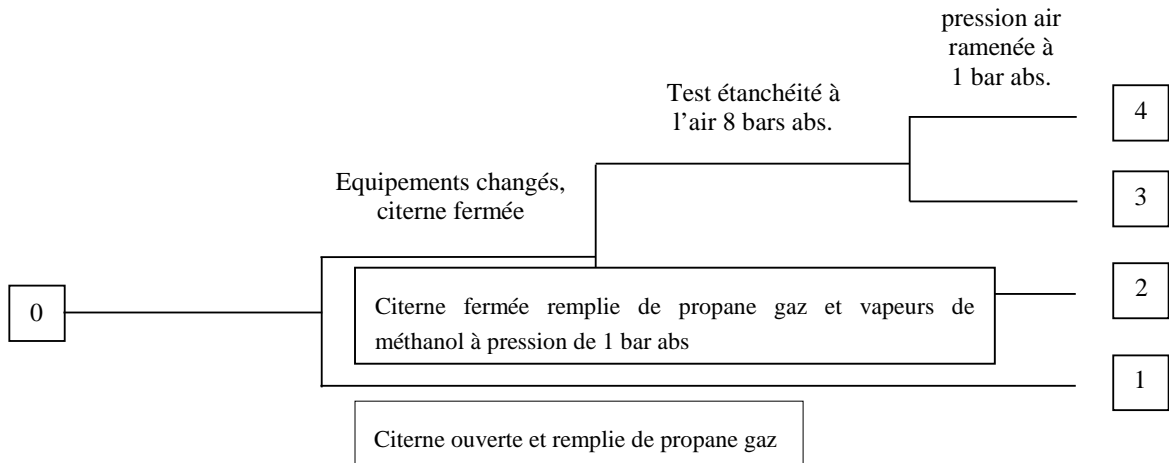
L'énergie libérée par l'explosion est estimée à quelques kg d'équivalent TNT.

### ✓ **Pression d'éclatement de la citerne :**

Elle est estimée par l'expert entre 65 et 80 bar dans des conditions normales en l'absence de toute dégradation de la capacité. Dans ce cas, dû à l'impact du soudage sur la virole, la pression de rupture pourrait être de l'ordre de 45 à 55 bar (température de l'acier prise à 450°C).

✓ **Conditions de l'explosion :**

Parmi les différentes hypothèses envisagées, le scénario le plus plausible est le celui de la rupture de la citerne à la suite de l'explosion d'un pré-mélange d'air, de vapeur de propane et de méthanol (LIE et LSE dans le cas d'un tel mélange respectivement de 2 % et 10 % dans des conditions normales de pression et température).



**- Arbre des états possibles (extrait analyse de l'expert) -**

En fonction de l'avancement dans les travaux réalisés, l'état de la capacité pourrait correspondre à 1 des 4 états :

- 1 : La citerne est ouverte et remplie de propane gaz : la condition de pré-mélange ne peut être satisfaite, cette hypothèse a été abandonnée.
- 2 : Pour permettre le remplacement des équipements et notamment de la purge (durée habituelle de quelques minutes par équipement), la capacité est ouverte et de l'air peut s'y introduire. Pour obtenir un mélange comprenant au moins 90% d'air, une durée d'ouverture estimée à 1h30 est nécessaire, ce qui semble peu compatible avec la durée habituelle des travaux.
- 3 : La capacité est fermée sous une pression de 8 bar, en présence d'un mélange air propane : de l'air a été injecté pour la réalisation de tests d'étanchéité des équipements. Cette hypothèse est envisageable.
- 4 : La capacité est fermée sous pression de 1 bar et contient toujours un mélange air propane. L'absence de pression ne permet pas d'atteindre les pressions de rupture de la capacité.

En conclusion, le soudage a pu fragiliser la capacité et diminuer ainsi sa résistance. A une pression de 8 bar (absolu) et dans les conditions du cas 3, les pressions d'explosion atteintes sont compatibles avec celles conduisant à la rupture de la capacité.

✓ **Source d'inflammation :**

Le soudage, outre le fait qu'il ait pu diminuer les caractéristiques mécaniques de l'acier, a pu sans problème déclencher l'explosion du nuage constitué : en effet, la température atteinte dans le cas d'un soudage à l'arc atteint à la surface des pièces à assembler, est de l'ordre de 1400°C. Il suffit que la température sur la face interne dépasse 450°C pour que le mélange air / propane s'enflamme.

✓ **Organisation des travaux / Facteur humain :**

D'après le rapport de l'expert, les représentations que certains employés se faisaient d'un inertage étaient inadéquates : l'idée selon laquelle l'injection d'air dans une capacité remplie de gaz propane va permettre un bon inertage en est une...

## LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

---

Les éléments de retour d'expérience liés à l'accident, à partir du rapport de l'expert sont notamment les suivants:

- ✓ L'organisation du travail à l'aide de modes opératoires clairs, faisant apparaître les différentes phases est nécessaire et leur application rigoureuse.
- ✓ Une formation et un « niveau d'habilitation » suffisants sont nécessaires pour effectuer les travaux en liaison avec les risques présentés (notamment travaux par point chaud).
- ✓ Les travaux par point chaud doivent être précédés d'un dégazage conforme aux règles de l'art.
- ✓ La traçabilité est un élément important dans ce genre d'interventions : la multiplicité des intervenants autour de ces travaux et leur polyvalence constituent un facteur conduisant à la perte de la connaissance de l'état exact d'une capacité (dégazée? De manière complète?...).
- ✓ Une réflexion de la profession au sein du CFBP sur la procédure de gazage/dégazage des installations sera effectuée (échéance 2006).

### Autres accidents sur des dépôts de GPL du même type ayant conduit à une problématique analogue (dégazage):

- *Allemagne (13) le 30.08.1989: cf. résumé n°6813 en annexe*
- *Rognac (13) le 12.09.2003 : cf. résumé n°14225 en annexe.*
- *Oucques (41) le 10.03.2005 : cf résumé n°29409 en annexe.*

**ANNEXE****N° 6813 - 30/08/1989 - ALLEMAGNE - STUTTGART**

Dans un dépôt de GPL, une explosion se produit lors de l'inertage d'un wagon en prévision d'une inspection de ce dernier. L'opérateur, intérimaire, chargé de la préparation de la capacité n'avait pas été informé par l'encadrement des opérations à effectuer, en particulier de la vidange préalable du propane liquide avant l'injection d'azote. Cette dernière permet d'évacuer le gaz vapeur résiduel. L'opérateur injecte de l'azote dans la capacité contenant encore 2 m<sup>3</sup> de propane liquéfié. Le gaz refoulé et mélangé à l'air constitue un mélange explosible qui explose au contact d'un point chaud (poste de soudage situé à 20 m). Le bilan est de 2 morts et 5 blessés. Les dégâts occasionnés s'établissent à 800 000 DM (2,72 MF).

**N° 14225 - 03/11/1998 - 34 - LODEVE**

Lors du dégazage d'une cuve de 107 m<sup>3</sup> de propane sur un site industriel en cours de démantèlement, du gaz s'échappe du réservoir et s'enflamme au moment où les opérateurs manœuvrent les boulons de la bride du trou d'homme. Les 3 ouvriers sous-traitants, choqués et souffrant de brûlures relativement légères, sont hospitalisés. Le POI est déclenché, 100 employés sont évacués et un périmètre de sécurité est mis en place. Les pompiers refroidissent la cuve. Le réservoir n'était plus utilisé depuis mars 1998. L'accident est dû à un manomètre défaillant, indiquant à tort l'absence de gaz dans la cuve, à la précipitation des intervenants qui desserrent le couvercle du trou d'homme avant remplissage en eau du réservoir pour accélérer sa purge, ainsi qu'à l'imprudence de ces derniers qui, bien que spécialisés dans ce type d'intervention, ont utilisé un matériel non anti-déflagrant dans une zone où leur activité ne pouvait que créer une atmosphère inflammable.

**N° 29409 - 10/03/2005 - 41 - OUCQUES**

Peu avant 15h30, une fuite de gaz enflammée se produit sur un réservoir de propane de 100 m<sup>3</sup>, dans un silo céréalier. A la suite d'opérations de maintenance, le gazage (remise en gaz) est en cours (environ 11 m<sup>3</sup> transférés) lorsqu'une explosion se produit à l'intérieur de la capacité provoquant un feu-torche (flammes de quelques mètres) sur la bride du trou d'homme en partie supérieure. Environ 55 pompiers se rendent sur site ainsi que des spécialistes de la société propriétaire de la citerne. Les pompiers mettent en œuvre des rideaux d'eau en protection mais rencontrent des difficultés d'approvisionnement en eau. Le dispositif de refroidissement fixe du réservoir est actionné également avec difficultés : la rampe d'arrosage fixe n'était pas raccordée au réseau, le branchement se situant sous le réservoir. Les pompiers complètent le dispositif par une lance canon. L'électricité est coupée sur le site. Les secours évacuent, par précaution, le collège situé à 200 m ainsi que la population (estimation des secours : 300 à 500 personnes), dans un rayon de 500 m. La circulation est interrompue sur la RD 924, réservée aux secours. La stratégie adoptée est de laisser brûler le gaz s'échappant du réservoir (débit estimé à 400 kg/h) tout en maintenant le refroidissement de la cuve. Le feu s'éteint après combustion du gaz vers 20h. Dans la soirée, la capacité est inertée à l'eau. Le dispositif des secours est levé vers 22h30 : les riverains peuvent regagner leur logement et la circulation est rétablie. Selon les premiers éléments, la remise en gaz était effectuée avec un torchage : dans ce cas, le GPL remplissant la cuve repousse le mélange air / vapeurs de gaz vers la tuyauterie de soutirage en phase gaz reliée à la torche. Une procédure cadre la réalisation de cette opération. L'incident s'est produit lors de l'allumage de la torche par un des opérateurs de la société de maintenance.