

Explosion d'un réservoir dans une unité de production de TDI

28 Novembre 2002

Mestre
Italie

Chimie

Toluène diisocyanate

Emballement de réaction

Système de Management de la Sécurité (SMS)

Agitateur

Refroidissement

L'accident survient dans l'unité TD5 destinée au traitement des substances à haut point d'ébullition. A 7h40, un réservoir (D528/2) explose après sa surchauffe (température supérieure à 230 °C), à la suite d'une réaction chimique non contrôlée entre des goudrons chlorés et du toluène diisocyanate (TDI). Le nuage de gaz libéré est allumé après 5 minutes, entraînant un incendie qui détruira 15 t de TDI. Par effet domino, un second réservoir (D528/1) explosera 1 h après. Cette deuxième explosion éteint l'incendie en cours. Le nuage de gaz formé intoxique 4 opérateurs. Les plans d'urgence internes et externes ont été activés. L'agence de protection de l'environnement a surveillé en continu l'impact des fumées sur l'atmosphère et les eaux de surface.

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Généralités

L'usine, d'une société fondée en 2001 après l'acquisition de la division polyuréthane à un important industriel italien, est dans un pôle chimique implanté sur une zone industrielle à 2,5 km d'une zone résidentielle, 1 km d'un village et 4 km d'une ville. D'autres usines ou stockages appartenant à 11 entreprises classées Seveso sont dans ou à proximité des installations. L'usine, d'une capacité de production de 118 000 t/an, emploie 248 personnes dont 102 pour l'exploitation de l'unité de production de TDI. Elle est soumise à la directive Seveso II (seuil haut).

Le process comprend :

- La production de dinitrotoluène (DNT) / recyclage d'acide sulfurique : unité TD1/TD7

Le DNT est obtenu par réaction entre le toluène et l'acide nitrique en présence d'acide sulfurique. L'unité TD7 a été installée en 1996 pour se substituer à l'unité, désormais fermée et partiellement démantelée, de purification d'acide sulfurique utilisant du toluène et de l'urée.

- La production de 2,4-toluènediamine (TDA) : unité TD3

Le TDA est obtenu par réaction entre le dinitrotoluène et l'hydrogène avec catalyse au palladium. De l'eau est co-produite au cours de la réaction.

- La production de Phosgène : unité TD4

Le phosgène (COCl₂) est obtenu par réaction entre le monoxyde de carbone (CO) et le chlore (Cl₂) en phase gazeuse avec un catalyseur sur charbon actif.

Le monoxyde de carbone et le chlore sont transférés par pipeline respectivement depuis les unités 12 et CS23.

- La production de Toluène diisocyanate (TDI) : unité TD 5

Le Toluène diisocyanate est obtenu par réaction entre le 2,4 toluènediamine (TDA) et le phosgène en présence d'un solvant, le dichlorobenzène. Les sous-produits de la réaction sont l'acide chlorhydrique et des composants à haut point d'ébullition (goudrons).

- Le stockage et expédition de TDI : unité TD6

Le TDI purifié est stocké dans un réservoir dans lequel est ajouté de l'ionol (stabilisateur de couleur). Il est ensuite transféré dans des réservoirs où le pH est ajusté par du chlorure de benzoyle. Enfin, le TDI est expédié soit vers l'usine de remplissage des fûts, soit vers les rampes de chargement des citernes routières ou ferroviaires, soit vers le stockage sur site au sud du parc.

- La production de monoxyde de carbone et d'hydrogène : unité TD12

Description de l'unité en cause

L'accident survient dans la section des goudrons à haut point d'ébullition du TDI (unité TD5).

Le TDI est produit dans cette unité par réaction entre le 2,4-toluènediamine (TDA) et le phosgène. La réaction se déroule en 3 phases successives comprenant une montée en température de 80 °C à 170 °C, du chlorure d'hydrogène étant obtenu comme sous produit. Le TDA est ajouté au mélange réactionnel dans une solution de DCB à 12 %, tandis que le phosgène est ajouté au-delà des proportions stœchiométriques par rapport au TDA (5/1 mole). Le chlorure d'hydrogène et le phosgène en excès dans le mélange réactionnel sont extraits en phase gazeuse et séparés : le phosgène est recyclé dans le process tandis que le chlorure d'hydrogène est transféré vers d'autres unités.

Le TDI obtenu est dans une solution de DCB et de goudrons à haut point d'ébullition qui est distillée pour séparer le mélange de TDI et de goudrons du solvant. Ce mélange est ensuite évaporé dans l'unité D521 pour produire un mélange avec un faible taux de goudrons (1 %) au sommet et un mélange TDI/goudrons dans un rapport 1/1 en bas. L'évaporateur D521 fonctionne avec une circulation forcée de vapeur issue d'une chaudière à 18 bar ; ses paramètres de fonctionnement sont de 180 °C et 850 mm c.e. (co lonne d'eau) absolus.

Le mélange de TDI et de goudrons dans un rapport 1/1 provenant du bas de l'évaporateur est transféré dans le réservoir D522 pour être refroidi à 90 °C. Ce réservoir équipé d'un agitateur est réfrigéré par des serpentins d'eau régulés manuellement. Le mélange est ensuite stocké dans les réservoirs D528/1-2-3 avant d'être traité dans l'unité des goudrons à haut point d'ébullition. Cette unité fonctionne par batch sous vide pour récupérer une partie du TDI (cf. figure 1).

Le TDI est récupéré par évaporation dans le concentrateur D525/1, équipé d'un agitateur, chauffé à la vapeur et maintenu sous vide à une température de 130-150 °C. Le TDI gazeux est condensé et transféré vers le stockage tandis que les gaz résiduels sont envoyés vers un séparateur puis aspirés par les unités à vide à 3 étages P 509/1-3.

Le concentrat présent dans le D525/1 est composé de 18 à 20 % de TDI et pour la partie restante de goudrons mélangés avec du toluène. Ce mélange est pompé dans le réservoir D541 où il est continuellement agité à une température de 115-120 °C pour le maintenir suffisamment fluide et stable afin d'être transféré vers l'incinérateur B502/2.

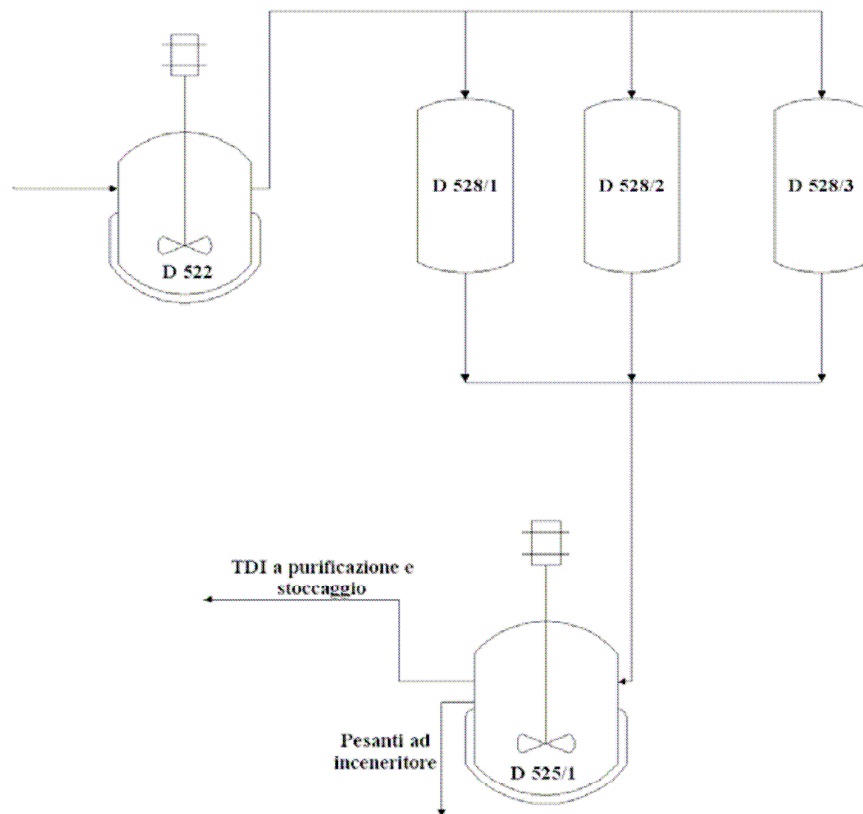


Fig. 1 – Schéma simplifié de l'unité TDI

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

L'accident :

Deux jours avant l'accident, à environ 17h40, un opérateur de l'unité TD 4-5 arrête l'agitateur du réservoir D 522 à cause d'un bruit important, dû à un manque de lubrification, provenant du réducteur de vitesse du moteur (ce point est consigné dans le cahier de quart). A la suite de l'arrêt de l'agitateur, la température monte dans le réservoir D 522 et se stabilise à 125 °C selon les enregistreurs. Ces valeurs ne peuvent être considérées comme fiables car les instruments sont étalonnés pour une température inférieure à 120 °C, le réservoir D 522, qui reçoit les goudrons avec le TDI de l'évaporateur D 521, étant conçu pour fonctionner à une température maximum de 95 °C dans des conditions normales d'exploitation.

Le jour précédant l'accident, à 7h30, le débit d'alimentation du réservoir D 522 est réduit de 4 000 kg/h à 1 900 kg/h, la circulation d'eau dans les serpentins de refroidissement étant maintenue à une valeur constante. La température dans le réservoir D 522 descend alors à 65 °C. Vers 12 h, une augmentation de la charge de l'évaporateur D 521 de 1 900 kg/h à 7 000 kg/h entraîne une nouvelle élévation de la température dans le réservoir D 522. Pour le reste de la journée et jusqu'au lendemain 17h30, heure de la remise en service de l'agitateur, l'enregistreur indique une température supérieure à l'échelle de mesure (supérieure à 120 °C).

Le jour de l'accident à 4 h, les opérateurs notent une élévation de la température dans les réservoirs D528/1-2-3 respectivement à 136, 142 et 131 °C pour une température normale de fonctionnement de 105 °C.

L'opérateur au pupitre constate une distillation anormale avec une faible quantité de produits distillés. La température dans le concentrateur D 525/1 est de 139 °C au lieu des 105-110 °C attendus au début de la distillation. La procédure n'indique pas les mesures à prendre en cas de température haute dans les réservoirs D 522 et D 528/1-2-3.

A 16h30 le jour même, le réservoir D 528/2 rempli à 60 % atteint la température de 170 °C, alors qu'il est conçu pour une température de fonctionnement de 150 °C.

Quand l'agitateur est remis en service vers 17h30, l'homogénéisation du mélange dans le réservoir D 522 conduit à une augmentation de la température dans le D 528/1 qui est le seul réservoir en cours de chargement. A 18 h, la température du réservoir D 528/2 atteint cette fois 181 °C ; il ne peut cependant être vidé car la distillation est en cours dans le D 525/1 et le réservoir D541 qui alimente l'incinérateur B 502/2 est plein.

A 18h35, la distillation dans le D 525/1 terminée, le réservoir D 541 peut alors recevoir le contenu du D 525/1.

A 18h50, la vanne XV 5216 est ouverte pour permettre le déchargement du D 528/2 dans le D 525/1 ; le D 528/2, réservoir d'une capacité nominale de 10 m³, est alors plein à 59,5 % et sa température atteint 220,7 °C. La tentative de déchargement du D 528/2 échoue en raison de la présence de matières solides dans le mélange. Des réactions chimiques imprévues se sont produites pendant plusieurs heures, entraînant la formation de gaz et un accroissement de la température et de la viscosité du mélange réactionnel. Par ailleurs, les asservissements régissant l'ouverture et la fermeture des vannes de déchargement du D 528/2 ne permettent pas les transferts à ces températures.

Quatre employés sous-traitants se rendent à la section de distillation D 525/1 pour vérifier les conditions dans le réservoir au travers d'un hublot installé sur son dôme mais une épaisse fumée blanche à l'intérieur rend cette opération difficile. Ils constatent toutefois que le tuyau reliant le réservoir D 528/1 au disque de rupture est particulièrement chaud.

A 19h25, une seconde tentative de déchargement est effectuée sans succès. La température indiquée sur le panneau de contrôle est de 220 °C, alors qu'il n'existe aucun système de mesure de pression dans le réservoir.

A 19h30, les 4 sous-traitants vérifient la garde hydraulique lorsqu'ils entendent un fort sifflement : de la fumée blanche s'échappe du raccord à boudins d'admission de la section de distillation D 525/1. Alors qu'ils tentent de fuir, une forte explosion est perçue à **19h42** ; le réservoir D 528/2 contenant le TDI et les goudrons à haut point d'ébullition vient d'exploser. L'onde de pression projette l'un des sous-traitants à terre et tous les quatre sont recouverts d'une substance dense, très visqueuse avec une structure granulaire.

Après une douzaine de secondes, un feu initié par l'explosion se développe. L'incendie qui concerne le terminal de l'unité (côté sud) est principalement alimenté par 20 t d'huile diathermique (Aerotherm 320) et 1 t de toluène correspondant à la quantité présente dans les tuyauteries rompues. L'incendie affecte également le réservoir D 528/1 (plein à 80 % au moment de l'accident), engendrant sa rupture mécanique, puis une seconde explosion vers **20h25**.

L'explosion du réservoir D 528/1 éteint l'incendie principal, laissant seulement subsister quelques feux résiduels.

Selon les estimations réalisées par les opérateurs, les quantités de substances chimiques impliquées dans l'accident sont les suivantes :

Nom	Quantité	Etat physique
TDI et goudrons	15 t	liquide/solide
Toluène	1 t	liquide
Huile diathermique	20 t	liquide

La fiche de sécurité de l'huile diathermique ne la classe pas parmi les substances dangereuses (donc couvertes par les annexes du décret italien 334/99).

Les conséquences :

Les conséquences de cet accident en dehors du site sont limitées, bien qu'il ait généré une certaine angoisse dans la population, relayée par les médias et les pouvoirs publics.

Dégâts matériels

L'explosion du réservoir D 528/2 génère une onde de pression avec une expansion extrêmement rapide, entraînant le rejet de son contenu liquide chaud qui se solidifie à température ambiante. L'onde de pression et les projections de fragments métalliques ont un effet destructif sur les équipements de l'installation ; les cadres supports, les tuyauteries, les connexions électriques et les utilités sont endommagés (figure 2).

Entretenu par la rupture des conduites de toluène et d'huile diathermique installées à 8 m de haut, le feu se propage au réservoir D 528/1 rempli à 85 % de TDI qui explose à son tour. Il est supposé que l'explosion du D 528/1 a été causée par une surpression due à la décomposition du TDI activée thermiquement par les flammes et le flux thermique important à proximité immédiate (de même que la température élevée a déclenché et accéléré la réaction exothermique de décomposition dans le réservoir D 528/2 ainsi que l'émission de dioxyde de carbone).

L'association des effets de l'onde de choc de l'explosion du D 528/1 suivie d'un fort déplacement d'air et du dioxyde de carbone formé lors des réactions chimiques évoquées ci-dessus a entraîné l'extinction de la plupart des feux, évitant la création d'effets dominos sur d'autres usines. Les dommages dus aux deux explosions sur les réservoirs D 528/2 et D 528/1 sont respectivement indiqués sur les figures 3 et 4.

Conséquences humaines

Lors de l'accident, 30 employés internes et 6 techniciens extérieurs intervenaient sur l'unité TD1-2. Seuls 4 employés sous-traitant doivent subir un traitement médical avec des incapacités de travail allant de 3 jours à 53 jours. Aucune conséquence n'est observée sur la population riveraine.

Conséquences environnementales

A la suite de l'accident, le personnel du service antipollution de l'Autorité en charge de l'eau réalisera une série de mesures dans les égouts du site connectés au lagon. En tenant compte du lieu de l'accident, il sera décidé de concentrer les contrôles sur les égouts communs SL15 (en particulier la section SM 15/3 directement connectée à l'unité de production de TDI et l'égout 15/22 de la station de traitement des eaux de l'installation, qui aurait pu souffrir de l'accident). L'analyse en TDI et en amines aromatiques révèle des concentrations de TDI allant jusqu'à 5 280 mg/l et des traces d'amines aromatiques. Les concentrations en dichlorobenzène (composants chlorés mentionnés par ailleurs) et en solvants organiques aromatiques (toluène) sont également élevées.

Une pollution temporaire mais importante de l'eau du lagon est observée. Les substances polluantes, canalisées par l'égout SM15 de l'établissement, se sont répandues dans le milieu aquatique et ont modifié les caractéristiques chimiques de l'eau du lagon jusqu'à 1 km de l'établissement.

Les caractéristiques de l'incendie et les conditions atmosphériques stables avec un vent très faible ont favorisé une retombée homogène des polluants en forme de "parapluie" autour du lieu du sinistre. La combustion du TDI et des autres substances présentes dans l'installation est à l'origine d'une augmentation des concentrations dans l'atmosphère des substances rencontrées typiquement lors de ces incendies (oxydes d'azote, oxydes de carbone et traces d'hydrocarbures), bien que les mesures aient indiqué des quantités comparables à celles rencontrées aux heures de pointes avec des conditions météorologiques stables.

L'augmentation de la concentration de toluène est plus significative et dans une moindre mesure, celle d'éthyle benzène également. De plus, les valeurs mesurées pour le styrène, le chlorure de méthylène, le trichloréthylène, le perchloroéthylène, et le triméthylbenzène sont comparables aux valeurs indiquées dans la littérature pour des zones fortement industrialisées.

Il est important de noter l'absence de dichlorobenzène dans les échantillons d'air de la zone urbaine, même si ceux récupérés à proximité de l'incendie lors de la phase critique ont montré des concentrations significatives. Les concentrations en dioxines et furannes étaient très basses, comparables aux valeurs indiquées dans la littérature pour des zones fortement industrialisées.



Fig. 2 – Dommages sur l'unité TD5



Fig. 3 – réservoir D 528/2 : 1^{ère} explosion

Fig. 4 – réservoir D 528/1 : 2^{ème} explosion

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 checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences économiques		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" 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>

L'indice relatif aux matières dangereuses relâchées est égal à 3 car 15 t de TDI ont été concernées, soit 15 % du seuil Seveso haut (paramètre Q1).

L'indice relatif aux conséquences humaines et sociales est égal à 2 car 4 employés ont été gravement blessés dans l'accident (paramètre H4 – hospitalisation supérieure à 24h).

L'indice relatif aux conséquences environnementales est égal à 2 car le lagon a subi une pollution sur au moins 1 km (paramètre Env14).

L'indice relatif aux conséquences économiques est égal à 5 car le coût des dommages extérieurs engendrés par l'accident s'élève à 2,8 M€ (paramètre €17).

Par ailleurs, cet événement est un accident majeur selon l'annexe IV de la directive Seveso II :

- 15 t de TDI ont été relâchées, soit une quantité supérieure à 5 % du seuil Seveso haut (100t),

- les dommages aux propriétés sont estimés à 2,8 M€, ce qui est supérieur au seuil de 2 M€.

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

Les principales causes de l'accident sont :

- l'arrêt de l'agitateur du réservoir D 522,
- le manque de procédures concernant la gestion des situations de fonctionnement dégradées (température élevée dans les réservoirs D 522 et D 528 1/2/3),
- le manque d'information sur les risques liés au fonctionnement en conditions dégradées,
- l'absence de mesure de pression dans les réservoirs D 528 1/2/3.

Selon les témoignages des opérateurs et l'analyse des enregistrements de l'unité accidentée, l'accident aurait été causé par une réaction entre les résidus à haut point d'ébullition et le TDI, activée thermiquement dans le réservoir D 522 puis D 528/2. La température et le temps de séjour (environ 13 h) élevés de la masse réactionnelle dans le réservoir D 528/2 ont favorisé le développement d'une réaction exothermique avec formation de dioxyde de carbone et élévation de pression.

L'exploitant a réalisé une étude sur les conditions de stabilité thermique des substances impliquées dans l'accident et des tests calorimétriques adiabatiques sur un échantillon de goudrons prélevés après l'accident. Les tests ont consisté à chauffer une quantité déterminée d'un mélange de goudrons et de TDI dans des conditions adiabatiques et enregistrer l'évolution de température et de pression.

Les résultats de ces tests ont confirmé les hypothèses concernant les phénomènes enregistrés lors de l'accident et mis en évidence deux réactions distinctes ; l'une exothermique (fig. 6 et 7) et l'autre dégageant du dioxyde de carbone (fig. 5).

Le disque de rupture n'a pas fonctionné en raison d'un bouchon de mousse dans les tuyaux de liaison au manifold de purge.

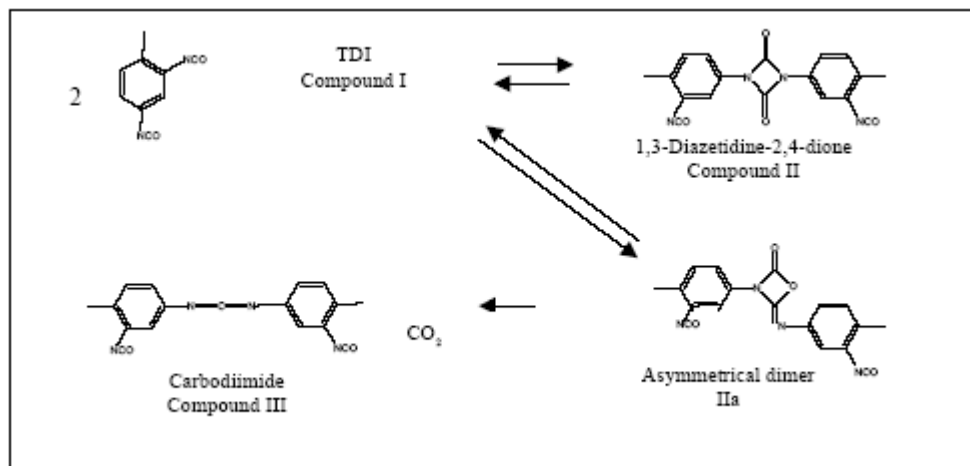


Fig. 5 - TDI dimérisation avec développement de dioxyde carbone

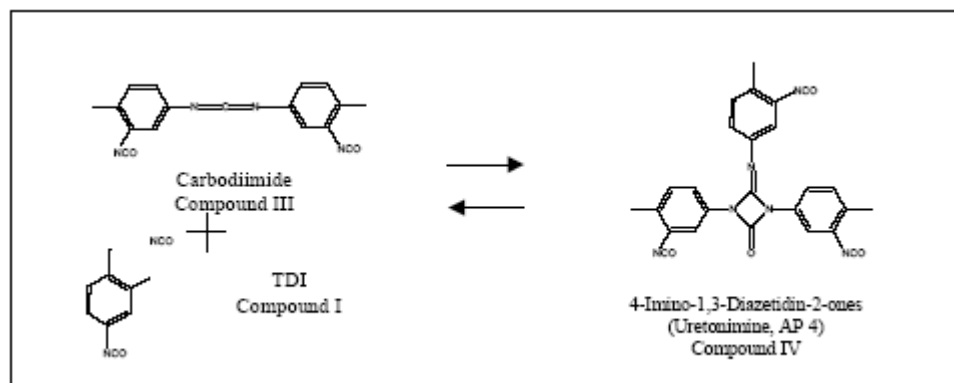


Fig. 6 - TDI réaction exothermique avec un dimer

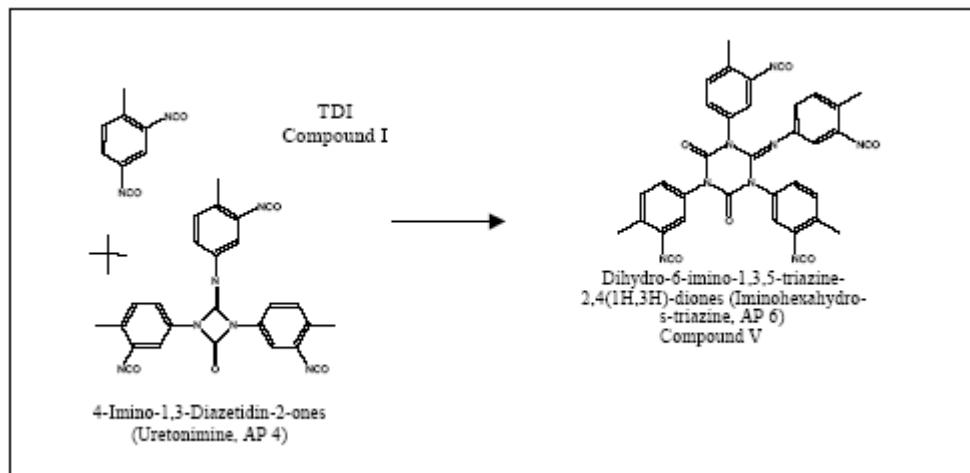


Fig. 7 - TDI réaction exothermique avec un trimer

LES SUITES DONNÉES

Mesures d'urgence internes

A 19h47, après l'alerte donnée par les employés de l'usine, le technicien d'un établissement voisin prévient les pompiers du site puis les secours extérieurs. Ceux-ci activent l'alerte départementale à 19h49. L'alarme du site est déclenchée à 19h52. La procédure de communication par fax des événements aux autorités est activée de 19h59 à 20h06.

A la suite de l'explosion, l'opérateur en service dans l'unité TD1-3 active le système général d'alarme et met en œuvre la procédure d'arrêt d'urgence pour mettre l'usine en sécurité ; l'opérateur en service dans l'unité TD 4-5 s'équipe d'un ARI pour sécuriser les installations.

Le feu est sous contrôle à 20h30, grâce à l'intervention rapide des pompiers du site basés à 700 m du lieu de l'accident, associée à l'intervention des pompiers de la ville proche et à la réponse rapide du personnel de l'usine qui a activé les systèmes d'arrêt d'urgence de l'usine et le plan d'urgence interne.

Les pompiers de l'établissement éteignent l'incendie avec de la mousse ; il est considéré éteint à 20h45 et le plan d'urgence interne est levé à 22h45.

Plan d'urgence externe

Les sirènes externes sont mises en service à 20h30. Les pompiers externes refroidissent les bâtiments et équipements voisins à partir de bouches à incendie, mettent en place des rideaux d'eau pour favoriser la dispersion des gaz et surveillent la température avec des caméras infrarouge. L'équipe d'intervention est constituée de 12 personnes de la brigade locale et 52 de la brigade nationale. Le plan d'urgence externe est levé à 21h30.

Actions engagées

Une action pénale est menée contre les dirigeants de l'usine de TDI. Quelques actions civiles sont également effectuées à la suite des dommages biologiques. L'autorité en charge de l'application de la réglementation du travail a pris des sanctions contre 3 membres de l'équipe de direction. Le ministère en charge de l'environnement a demandé les conclusions de l'évaluation du Système de Management de la Sécurité (SMS) en application de la directive Seveso.

Actions correctives prises par l'entreprise

A la suite de l'accident, une évaluation de sûreté approfondie de l'usine utilisant plusieurs méthodes en vigueur a été effectuée par l'entreprise. Les études et analyses listées ci-dessous, appliquées aux unités traitant les goudrons à haut point d'ébullition, ainsi qu'au processus de production de TDI, suivies de l'application de modifications techniques et organisationnelles, doivent permettre d'accéder et de maintenir un niveau de sûreté élevé, en particulier dans les domaines de la maîtrise des procédés, de la gestion des défaillances et de la prévention des accidents.

LPP (Loss Prevention Programme) : guides d'analyse de la conformité du processus avec les principes de prévention des accidents. Cette méthodologie appliquée par le centre technologique de la société est basée sur l'expérience de différents établissements du groupe ainsi que d'autres groupes importants dans le monde industriel. La conformité avec ces guides d'analyse permet d'améliorer les performances en terme de sûreté et de fiabilité d'exploitation.

Analyse du système de management des unités à combustion

L'entreprise utilise cet outil pour comparer les systèmes à combustion (fours, chaudières à vapeur) avec les technologies les plus avancées en matière de sûreté et de fiabilité.

Layer of Protection Analysis (LOPA)

Cette méthode est une forme simplifiée d'analyse des risques utilisant toutes les données disponibles du centre technologique de l'entreprise, des bases de données du groupe, de l'historique de l'usine et du savoir des ingénieurs sur le process en question. Cette analyse permet de démontrer que les systèmes de sûreté mis en œuvre sont adéquats pour obtenir un niveau de risque acceptable.

Investigations relatives aux réactions chimiques rencontrées

Les réactions chimiques entre les substances présentes dans l'unité de production de TDI ont été analysées : incompatibilités entre substances, instabilités... Une étude détaillée a été fournie concernant les réactions de mélanges de TDI et de goudrons à haut point d'ébullition en fonction de la température, du temps de séjour et de la composition du mélange.

Audit avant redémarrage

Comme prévu par les procédures de l'usine après un arrêt pour maintenance, un audit a été effectué avant le redémarrage pour vérifier que les conditions de sûreté étaient satisfaisantes. Cet audit a concerné l'ensemble de l'usine avec une attention particulière portée à l'atelier de fabrication de TDI.

Mise à jour des documents d'exploitation

Tous les documents d'exploitation de l'usine ont été révisés.

Management of change (MoC)

Toutes les modifications techniques ou organisationnelles ont été analysées en suivant cette méthode à l'aide de check-lists spécifiques.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

Cet accident a mis en évidence des dysfonctionnements concernant le SMS. Ils sont identifiés dans le tableau 1 dans un format spécifique à l'approche italienne, faisant référence à l'articulation des mesures sur une check-list (annexe) de points clef du SMS de l'annexe III de la directive Seveso II.

Tableau 1 – Analyse des causes

réf. n. 1	Date: 2002	Titre : Explosion d'un réservoir de TDI dans une unité de production de TDI
<p>L'accident est survenu dans l'unité TD5 destinée au traitement des substances à haut point d'ébullition. A 7h40, une surchauffe (T supérieure à 230 °C) du réservoir de stockage D528/2 due à une réaction chimique non contrôlée entre des goudrons chlorés et du TDI entraîne son explosion. Le nuage de gaz ainsi formé est allumé après 5 minutes, entraînant un incendie qui détruit 15 t de TDI. Le feu provoque un effet domino sur le réservoir D528/1 qui explose après 1 heure. Cette deuxième explosion éteint l'incendie en cours. Le nuage de gaz formé intoxique 4 opérateurs. Les plans d'urgence internes et externes sont immédiatement activés. L'impact des fumées sur l'atmosphère et les eaux de surface a été surveillé en continu par l'agence de protection de l'environnement.</p>		
N°	Description	Dysfonctionnements constatés
3.i	Identification des substances et procédés dangereux, définition de critères et d'exigences de sûreté	Ré-examen inadéquat de critères de sûreté et des exigences concernant des matériels critiques. Le réservoir D522 pouvait être sujet à une régulation thermique inadéquate due à la présence de serpentins de refroidissement régulés manuellement et à la sensibilité des contrôles nécessaires. Le réservoir D528 pouvait être sujet à un déchargement inadéquat dû à la spécificité du mélange traité (viscosité) et à la non-continuité du processus de transfert du produit vers le concentrateur.
3.iii	Mise en oeuvre et actualisation des dispositions techniques et organisationnelles de réduction des risques	
3.ii	Identification des scénarios accidentels possibles, analyse de sûreté et risques résiduels	Une évaluation adéquate de risque aurait pu mettre en évidence la possibilité d'une montée de température anormale dans le réservoir D528 de stockage des goudrons et par conséquent une éventuelle réaction exothermique entre le TDI et les goudrons.
4.i	Identification des équipements faisant l'objet de plans d'inspection	Identification inadéquate de tous les équipements et éléments devant faire l'objet d'un planning de vérification. L'instrumentation, les systèmes de sûreté (disque de rupture) et l'agitateur auraient du faire l'objet d'un programme de maintenance et d'essais périodiques. De plus, ils auraient du être disponible en fonctionnement normal : l'agitateur du D522 était en cours de maintenance, l'indicateur de température du D522 était cassé (il indiquait en permanence une température basse), l'indicateur de pression du D528/2 était hors d'usage, le disque de rupture du D525 était parfois cassé en fonctionnement..
3.iii	Mise en oeuvre et actualisation des dispositions techniques et organisationnelles de réduction des risques	Considérant la possibilité d'une augmentation de température dans le réservoir et la nature des produits, il était nécessaire d'installer une alarme ou un verrouillage automatique.
4.iii	Procédures et instructions en conditions normales, dégradées et d'urgence	Les procédures de conduite en conditions anormales auraient dû inclure les opérations nécessaires lors d'une élévation de température (les opérateurs ne sont pas intervenus lors de la défaillance de l'agitateur et de l'instrumentation).
6.iv	Systèmes d'alerte, communication avec les secours extérieurs	Le délai de communication de l'événement aux autorités est inadéquat (détection de la première défaillance à 14h00, première explosion à 21h00, soit 7 heures de délai).

Annexe : check-list SMS

1. Document sur la politique de prévention des risques

- 1.i Définition de la politique de prévention
- 1.ii Vérification de la structure du SMS et de son intégration dans l'organisation de l'établissement
- 1.iii Contenu des documents de politique de prévention

2. Organisation et personnel

- 2.i Définition des responsabilités, gestion des ressources et planning des activités
- 2.ii Information
- 2.iii Formation
- 2.iv Facteur humain, interfaces opérateurs/usine

3. Evaluation et identification des risques

- 3.i Identification des substances et procédés dangereux, définition de critères et d'exigences de sûreté
- 3.ii Identification des scénarios accidentels possibles, analyse de sûreté et risques résiduels
- 3.iii Mise en oeuvre et actualisation des dispositions techniques et organisationnelles de réduction des risques

4. Contrôle opérationnel

- 4.i Identification des équipements faisant l'objet de plans d'inspection
- 4.ii Documentation sur les procédés
- 4.iii Procédures et instructions en conditions normales, dégradées et d'urgence
- 4.iv Procédures de maintenance
- 4.vi Matériels et service achats

5. Gestion des modifications

- 5.i Modifications techniques et organisationnelles de l'usine
- 5.ii Mise à jour des documents

6. Plans d'urgence

- 6.i Analyse d'accidents
- 6.ii Rôles et responsabilités
- 6.iii Gestion des situations d'urgence
- 6.iv Systèmes d'alerte, communication avec les secours extérieurs

7. Evaluation de la performance

- 7.ii Indicateurs de performance
- 7.ii Analyse des accidents et presque-accidents

8. Audits et examens

- 8.i Audits de sûreté
- 8.ii Examens du SMS