Explosion d'un dépôt de feux d'artifices

Le 14 février 1991

Culemborg

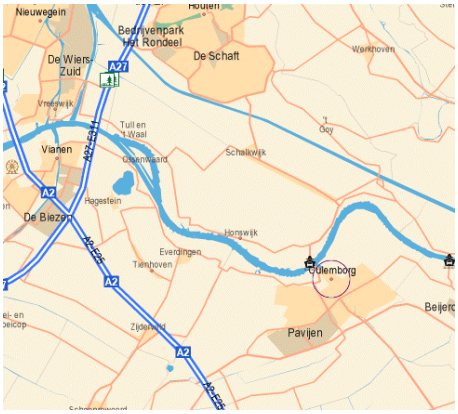
Pays-Bas

Pyrotechnie / Explosifs
Artifices de divertissement
Effet domino
Explosion
Organisation
Évaluation des risques au stockage
Distances de sécurité

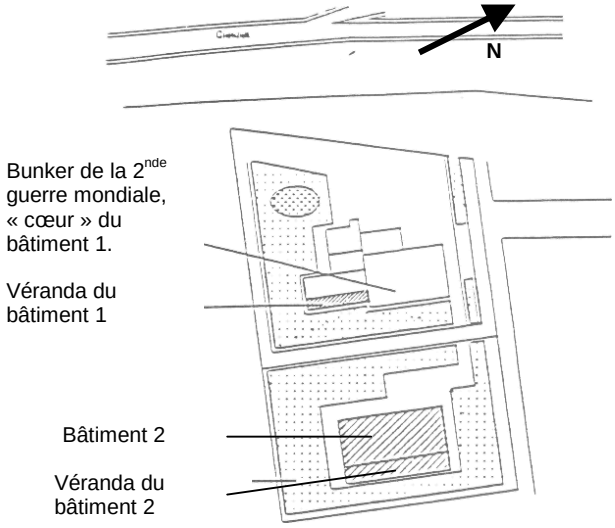
LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site :

Le stockage de feux d'artifices est située à 5 km au Sud-Ouest de l'agglomération urbaine de Culemborg, à 15 km au Sud d'Utrecht, au centre du pays.



Le site, qui comporte deux bâtiments, est situé à 50 mètres d'une digue de 5,8m de haut. Des fermes et des maisons sont bâties principalement le long de l'autre côté de la digue. Deux fermes se trouvent du même côté de la digue, à 200 m des installations. La digue constitue le seul point élevé de ce paysage très plat.



Implantation de l'usine

Le premier bâtiment (bâtiment 1) est constitué d'un bunker datant de la seconde guerre mondiale, de 5 petites pièces de stockage et d'une salle de réunion de 25x16 m.

20 m plus loin, le 2ème bâtiment (bâtiment 2), construit en 1990, est en service depuis deux mois. Il comprend 4 dépôts, deux ateliers de travail ainsi qu'une salle de réunion (dimensions 20x12 m cf. plan de ce bâtiment page 4).

Les murs des stockages du bâtiment 2 sont constitués de blocs de béton non armé d'une épaisseur de 0,2 m, le plafond étant constitué de dalles de béton creuses.

Le mur intérieur est également constitué de blocs de béton, tandis que le mur extérieur est en maçonnerie. La véranda du bâtiment 2 se compose de poutres en acier recouvertes de plaques de fibrociment.

Les distances d'éloignement vis-à-vis de l'extérieur avaient été calculées pour la division de risque (D.R) 1.3 (effets thermiques prépondérants).

Le stockage d'artifices de divertissement classés en division de risque 1.3 ou 1.4 au transport est autorisé pour une dizaine de tonnes de feux d'artifices. Les articles classés en DR 1.1 et 1.2 (danger d'explosion en masse) sont explicitement exclus, à l'exception de 200 kg de poudre noire conservés dans le bunker de la seconde guerre mondiale.

L'unité impliquée :

L'unité impliquée est située dans le bâtiment construit en 1990 (bâtiment 2).

Hors le poids des caisses de bois, une masse brute de 1 000 kg de feux d'artifices est autorisée dans chacun des quatre dépôts du bâtiment accidenté. Les feux d'artifices devaient être conservés dans leur emballage.

Une masse maximale de 200 kg brut est autorisée dans chacun des deux ateliers. La masse maximale totale autorisée dans le bâtiment 2 est en conséquence de 4400 kg brut, soit 1 500 à 2 000 kg d'explosifs exprimée en masse nette.

Le jour de l'accident, l'usine abrite 8 à 9 t de produits (dont ceux présents dans le bâtiment 1).

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

L'accident :

Le 14 février 1991 vers 11 h 50 du matin, les cultivateurs entendent une forte explosion. Une seconde explosion, d'une intensité bien supérieure, 20 secondes plus tard, est suivie de retombées de débris au sol (béton, métal...)

Le bâtiment 2 est détruit, laissant place à un cratère de 10 m x 5 m, profond de plus de 2 m. Le bâtiment 1 prend feu et de petites explosions se produisent durant le reste de la journée dans ses entrepôts.

Les conséquences :

Deux mort et six blessés graves sont à déplorer.

Bien qu'aucune maison ne se soit effondrée, on déplore de nombreux dommages jusqu'à 500 m derrière la digue : toitures enfoncées, murs largement fissurés, la plupart des vitres brisées, encadrements de fenêtres et de portes cassés.

Du côté de la digue où est implantée l'installation, les dommages sont observés jusqu'à 900 mètres : maçonneries des habitations fissurées, encadrements de doubles vitrages enfoncés, toitures de vastes granges soulevées et leurs armatures en bois fendues. A 500 m du lieu de l'explosion, de larges portes en bois (3 m x 4 m) sont soulevées et enfoncées.

Les projections de débris provoquent également des dégâts ; des blocs de béton de 10 à 20 kg, ainsi que des fragments de poutres en acier (4 m de long) seront retrouvés jusqu'à 650 m à l'Est de l'installation (côté de l'installation). La plupart des autres débris sont constitués de briques ou parties de briques et de béton.

Des dommages considérables sont observés dans la ville de Culemborg : vitres brisées, cheminées endommagées, toitures de salles d'expositions soulevées, abîmant plafonds et marchandises stockées qu'elles abritaient.

L'explosion est détectée par des sismographes à plus de 100 km.

En recoupant les informations sur les dommages (vitres brisées / distances à l'explosion / dimensions et orientation des vitres) et sur les cratères observés dans l'usine, la violence de l'explosion est évaluée à 1 800 kg d'équivalent TNT.

Selon les compagnies d'assurances, le coût total des dommages se monte de 50 à 60 millions de florins, soit près de 25 millions d'euros.

Échelle 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 Etats membres pour l'application de la directive 'SEVESO' et compte tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

Les paramètres de ces indices et leur mode de cotation sont disponibles à l'adresse : http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr

Deux paramètres entrent en jeu dans la détermination du niveau de cotation de l'indice « matières dangereuses relâchées » : Q1 et Q2.

- les quantités précises présentes n'étant pas connues, mais inférieures au seuil Seveso, le paramètre Q1 est coté 1 par défaut.

- les effets de l'explosion ayant été caractérisés à près de 2 tonnes d'équivalent TNT, le paramètre Q2 est coté 3.

Le niveau global de l'indice « matières dangereuses relâchées » atteint par conséquent 3.

Deux paramètres entrent en jeu dans la détermination du niveau de cotation de l'indice « conséquences humaines et sociales » : H3 et H4.

- Le paramètre H3 atteint le niveau 4, 2 personnes étant décédées, dont une personne du public (qui se trouvait dans l'entreprise).
- Le paramètre H4 atteint le niveau 3, 6 personnes ayant été gravement blessées.

Le niveau global de l'indice « conséquences humaines et sociales » atteint par conséquent 4.

Sans autre précision sur la répartition du coût total des 25M€ de dommages et en prenant comme hypothèse une répartition égale (12,5M€) entre les dommages dans l'établissement (paramètres €15 et €16, cotés alors 4) et hors de l'établissement (paramètre €17, coté 6), le niveau global de l'indice des « conséquences économiques » atteint 6.

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

En considérant les quantités présentes lors de l'explosion et la violence de celle-ci, tous les feux d'artifices présents dans le nouveau bâtiment ont explosé en masse. Une telle explosion n'avait pas été envisagée pour des artifices de classement 1.3. Les distances de sécurité entre les bâtiments et vis à vis de l'extérieur étaient d'ailleurs calculées pour un risque thermique prépondérant, et non pour des effets de souffle. Ces distances n'étaient pas assez importantes pour se prémunir des effets d'une explosion en masse.

Afin de rechercher les causes possibles de l'accident, les autorités ont recherché dans un rayon de 20 m autour du cratère, des éléments matériels ou des indices permettant de confirmer ou d'infirmer une transition de la déflagration vers la détonation. Ils recherchèrent plus particulièrement :

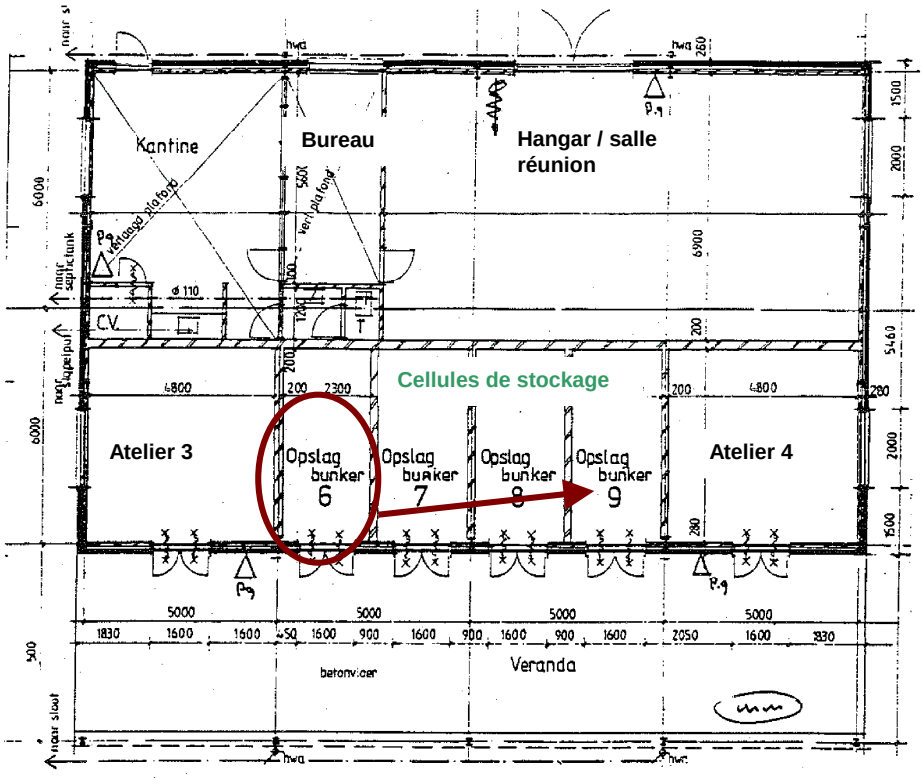
- des éléments de feux d'artifices ou d'ensembles qui n'appartiennent probablement pas à la division de risque 1.3,
- d'autres éléments que les artifices ou ensembles théoriquement présents et susceptibles d'entraîner une explosion en masse : poudre noire au grain fin, compositions pyrotechniques spéciales ou même des explosifs brisants,…
- emballages dans des matériaux autres que des cartons, panneaux de fibres ou du bois,
- fragments des portes en bois des entrepôts.

Plusieurs types d'artifices ont ainsi été trouvés :

- **Des bombes en carton de 5 à 8 cm de diamètre**. Une centaine a été retrouvée dans leur état d'origine. Une analyse chimique de la composition pyrotechnique a mis en évidence un mélange aluminium / perchlorate à même d' exploser en masse (point vérifié par des essais de comportement incendie réalisés par le TNO[1]).
- **Des volcans Knätter, de 25 cm de haut, diamètre au sol 8 cm.** Aucun volcan n'a été retrouvé dans son état d'origine. Ces articles de feux d'artifices étaient correctement classés en division de risque 1.3.
- **Gerbe d'argent "Le Maître GB".** Seuls des fragments de quelques cm^2 à des centaines de cm^2 en pertinax ont été retrouvés. Ces fragments ont permis de conclure que les gerbes faisaient 8 cm de diamètre, 40 cm de long et avaient une épaisseur 0,6 cm. Le chargement en matière explosive, voisin de 3 kg, était formé d'un mélange de poudre noire et de titane. Des tests de comportement au feu réalisés le 14 mai 1991 (test UN, série 6C) n'ont pas montré d'explosion en masse.
- **Bombes fabriquées au JAPON.** Les bombes, en carton et d'un diamètre de 18 cm, ont été retrouvées dans leur état d'origine, seulement cassées en deux parties, en raison de l'impact sur le sol. Leur matière explosive était composée de poudre noire, de sciure et de graines. Ces éléments de feux d'artifices ne montraient aucune divergence par rapport à la division de risque 1.3.
- **Chandelles romaines fabriquées en RUSSIE**. 5 % ont été retrouvées intactes et avec leur inflammateurs électriques. Le reste a explosé (tubes de cartons éclatés, boites en bois qui les contenaient fragmentées). Elles ont donc eu un comportement différent de celui attendu par leur classement en DR 1.3.

L'examen des cratères et fissures dans les dalles de béton a révélé que l'explosion s'est probablement produite dans l'entrepôt de la salle 6, suivie immédiatement d'une autre explosion dans les salles 7, 8 et 9.

[1] TNO : organisme national de recherche hollandais. Il est également le laboratoire national agréé pour les caractérisations de produits explosifs aux Pays-Bas.



Plan du « nouveau bâtiment », rasé par l'explosion. Celle-ci a vraisemblablement débuté dans la cellule 6 et s'est propagée aux autres cellules.

LES SUITES DONNÉES

L'enquête effectuée et les différents éléments rassemblés accréditent la thèse de deux explosions successives très rapprochées dans le temps. Il n'y a pas eu de déflagration précédant la détonation, dans la mesure où aucun gros morceaux de caisses de bois n'a été retrouvé.

Un "nettoyage des cellules de stockage" aurait été en cours au moment de l'accident. Il n'y aurait pas eu d'incendie avant les explosions. L'origine du sinistre reste inconnue (Cigarette? Electricité statique ? Instabilité produit? Présence de poudre au sol réagissant lors du nettoyage ? ...).

LES ENSEIGNEMENTS TIRES

L'explosion a provoqué des dommages comparables à ceux d'une explosion de surface de 1 800 kg de tolite (TNT). L'explosion primaire s'est produite dans l'un des entrepôts du nouveau bâtiment, entraînant ensuite une autre explosion dans les trois entrepôts adjacents.

Les produits (classés 1.3 au transport) ont réagi en masse, comme s'ils appartenaient à la division de risque 1.1. Ce comportement est possible lorsqu'ils sont entreposés avec des explosifs de la division de risque 1.1, même en petite quantité ou si les conditions d'entreposage différaient des conditions de transport (confinement ?). Il est également possible que les artifices assemblés aient eu des comportement différents des comportements nominaux des pièces d'artifices séparées.

Toutes ces conditions étaient vraisemblablement réunies le jour de l'accident. En effet, bien que le propriétaire ait confirmé la présence de 200 kg de poudre noire, celle-ci n'a pas été retrouvée dans le vieux bunker où elle devait théoriquement être stockée. Aucune trace de poudre noire autre que dans les produits récupérés n'a été retrouvée. Les tests menés par le TNO sur des artifices montrent de plus des comportement en masse de certains artifices (mauvais étiquetage ? artifices montés ?).

Pour mémoire, une telle explosion n'avait pas été envisagée pour des artifices de classement 1.3. Les distances de sécurité entre les bâtiments et vis à vis de l'extérieur étaient d'ailleurs calculées pour un risque thermique prépondérant,

et non pour des effets de souffle. Ces distances n'étaient pas assez importantes pour se prémunir des effets d'une explosion.

A la suite de cet accident, les autorités hollandaises ont émis la recommandation suivante : « il faut faire appel à des procédures de classement pour les feux d'artifices, non seulement pour les conditions de transport, mais aussi de fabrication, assemblage et stockage. L'application des résultats du classement pour les conditions de transport, à d'autres conditions - ce qui est actuellement courant - doit être totalement rejetée. ».

S'il n'y a peut-être pas lieu de rejeter totalement le classement en division de risques au transport, il convient de rappeler qu'elle peut provenir d'un classement par défaut et qu'elle ne donne connaissance des effets que dans la configuration du test normalisé (pile de colis « transport » à l'air libre). C'est pourquoi l'analyse des risques au stockage doit être mené, l'indication de la division de risques transport étant seulement un des éléments de la réflexion.

Cette recommandation est toujours d'actualité, ce d'autant plus à la lumière des accidents d'Enschede en 2000 (ARIA 17730) et de Kolding en 2004 (ARIA 28480) qui n'avaient malheureusement pas tiré les enseignements de l'explosion de Culemborg.

REFERENCES (DONT CREDITS PHOTOS)

- Présentation à la réunion du sous-groupe de l'OTAN, AC/258 du 22 au 14 mai 1991 à BRUXELLES par Ir. W.P.M. Mercx et Ing. H.H. Kadde.
- Rapport complet (NL) : W.P.M. Mercx et al. "Verslag van net Prins Maurits Laboratorium betreffende de explosie van de vuurwerkfavriek "MS Vuurwerk" te Culemborg op donderdag 14 februari 1991". PML 1991 - C35. TNO prins Maurits Laboratory, May 1991, Rijswijk, The Netherlands.
- Fiche détaillée de l'accident d'Enschede (ARIA 17730), Ministère du développement durable, BARPI. disponible sur le site www.aria.developpement-durable.gouv.fr
- Fiche détaillée de l'accident de Kolding (ARIA 28480), Ministère du développement durable, BARPI. disponible sur le site www.aria.developpement-durable.gouv.fr