Série d'explosions en masse dans une usine de feux d'artifice

25 juillet 2013

Città Sant'Angelo

Italie

Pyrotechnie
Artifices
Explosifs
Effet domino
Victimes
Dommages matériels

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site :

L'accident s'est produit dans une usine de feux d'artifice. L'usine, qui couvre une superficie d'environ 30 000 m², était située sur une colline, dans une zone rurale/naturelle du centre de l'Italie (Città Sant'Angelo, province de Pescara).
Le site comptait onze petits bâtiments, employés pour le stockage ou la production, situés à des altitudes différentes (du fait de leur emplacement sur une colline). (illustration 1)

Illustration 1 : Configuration de l'usine

1. Stockage de produits non classés (produits non soumis à la réglementation italienne sur le stockage et la production d'explosifs)
2. Stockage de poudre noire (max 500 kg)
3. Laboratoire de feux d'artifice
4. Stockage de produits (max. 4 t)
5. Stockage de produits (max. 9,6 t)
6. Mélange
7. Stockage de colorants et matériaux divers
8. Stockage de produits (max. 9,6 t)
9. Moteurs
10. Broyage de charbon
11. Stockage de produits semi-finis, en cours d'autorisation (max. 7 t). Ce bâtiment n'était pas encore autorisé au moment de l'accident.

Deux bâtiments résidentiels (les maisons de l'exploitant et du gardien de l'usine) étaient situés près du site, au sommet de la colline, ainsi que d'autres petits bâtiments servant de garages à camions, bureaux et/ou dépôts.

L'usine produisait et stockait des feux d'artifice, suivant les étapes de procédé énoncées ci-dessous :

- Réception et stockage de matières premières
- Préparation de produits semi-finis
- Broyage des inertes à la meule
- Mélange de colorants
- Pressage
- Emballage de produits finis
- Stockage de produits finis

L'usine relevait du régime Seveso « seuil bas » de la directive Seveso II du fait de la présence des substances dangereuses suivantes :

Substances	Quantité max. autorisée (t)	Seuils Seveso II		Classification
		bas	haut	
Feux d'artifice	23,2	10	50	R2-R3 ADR (1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6)
Poudre noire	0,5			ADR 1.1
Poudre d'aluminium	1,5	5 000	50 000	F - R10
Poudre de titane	0,3			F - R10
MgAl	0,7	5 000	50 000	F - R11
Magnésium	0,5	5 000	50 000	F - R11
Nitrate de potassium/baryum	2,5	50	200	O - R8
				O - R8
Perchlorate de potassium	2			O - R9
Nitrate de strontium	0,5			O - R8
Cryolite	0,1	200	500	N - R51 /53

Les équipements/unités concernés :

L'accident a engendré une série d'explosions. Les premières explosions sont survenues dans les bâtiments de stockage de feux d'artifice n° 4 et 5 (illustrations 1-2), qui ont été complètement détruits.
Une autre explosion s'est produite, par effet domino, dans le bâtiment n° 8, également utilisé pour stocker des feux d'artifice (illustrations 1-2).
Sept des onze bâtiments de l'usine ont été complètement détruits par le souffle des explosions et par les incendies : bâtiments n° 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Les bâtiments 1, 9, 10 et 11 ont été partiellement endommagés.

Illustration 2 : Les restes de l'usine après l'accident

D'après les données communiquées par les pompiers, il semble qu'un « pick-up » (camionnette ouverte à l'arrière) normalement employé pour le transfert interne d'explosifs soit impliqué dans les premières explosions. Après l'accident, les restes du pick-up ont été trouvés près des bâtiments de stockage n° 4 et 5 (illustration 3).

Illustration 3 : Les restes du pick-up

L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT ET SES CONSÉQUENCES

L'accident :

Le 25 juillet 2013, à 10h15, une série d'explosions survient dans la zone de stockage d'une usine de feux d'artifice.

Au moment de l'accident, trois ouvriers (l'exploitant en personne et deux opérateurs) transfèrent des feux d'artifice depuis les bâtiments n° 4 et 5 dans un pick-up garé devant les bâtiments. Le pick-up est utilisé pour les transferts internes. Ensuite, les feux d'artifice doivent être chargés sur de plus gros camions situés à l'entrée de l'usine, à l'extérieur. Ces camions ont été retrouvés en partie chargés de produits explosifs après l'accident.
Les opérations de transfert des feux d'artifice ont été à l'origine des explosions.

Trois explosions se produisent dans les bâtiments n° 4 et 5. La totalité des explosifs stockés dans ces bâtiments explose presque instantanément, phénomène connu sous le nom d'« explosion en masse ».

Au bout de 40 minutes, une quatrième explosion se produit dans le bâtiment n° 8, également utilisé pour stocker des explosifs. Cette quatrième explosion est probablement due à un effet domino retardé. Le bâtiment, déjà endommagé par le souffle des premières explosions, a probablement été heurté par des débris et par des étincelles engendrés par de petites explosions ayant suivi les explosions principales. Le bâtiment n° 8 explose en masse également.
Globalement, la quasi-totalité des substances pyrotechniques stockées dans l'usine a été impliquée. Sept des onze bâtiments de l'usine ont été complètement détruits : bâtiments n° 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Les autres bâtiments (1, 9, 10 et 11) ont été endommagés.

Malgré l'ampleur de l'accident, la société ne déclenche pas sa procédure interne d'urgence.
Les pompiers sont appelés par les habitants des habitations voisines, qui entendent et voient les effets des explosions. Les pompiers reçoivent au total huit coups de téléphone de résidents alarmés avant que la société n'appelle à son tour. En outre, après les premières explosions, compte tenu de la dangerosité de la zone (de petites explosions se produisent dans toute l'usine), les ouvriers auraient dû évacuer le périmètre et se rendre au point de rassemblement de sécurité situé hors de l'usine. Mais aucun signal d'évacuation n'est donné et les employés restent sur le site. Un ouvrier, le fils de l'exploitant, se rend même à pied à l'intérieur des bâtiments endommagés pour rechercher son père et se fait tuer.

Entre 10h20 et 19h30, huit équipes de pompiers sont impliquées pour la gestion des opérations de secours. L'extinction des incendies a été réalisée avec de nombreux équipements dont des lances, des fourgons pompe-tonne, des hélicoptères, des hydravions.
Les pompiers rencontrent des difficultés dans leur intervention du fait de l'agencement des voies d'accès et de l'usine elle-même. L'espace disponible à l'entrée de l'usine est trop restreint pour l'accès des camions et équipements. Il y a uniquement une voie d'accès disponible pour la gestion de l'intervention. Au sein de l'usine, l'agencement est tel qu'ils peuvent difficilement déplacer leurs camions et gérer les systèmes d'extinction.

La situation d'urgence est déclarée terminée au bout de neuf heures. Pendant ce laps de temps, les autorités locales arrivent sur le site, avec les autorités chargées des poursuites, qui mettent tout le périmètre sous saisie.

Les conséquences de l'accident :

Conséquences humaines (à l'intérieur de l'établissement)

Les trois personnes qui s'affairent aux opérations de transfert, à savoir deux opérateurs et l'exploitant du site, sont instantanément tuées par la première série d'explosions.
Une quatrième personne, le fils de l'exploitant, est touchée par un morceau de toit projeté par l'explosion du bâtiment n° 8 alors qu'elle court à proximité à la recherche de son père.
Un pompier est également touché par une projection provoquée par l'explosion du bâtiment n° 8 et décède trois mois plus tard à l'hôpital.
Par ailleurs, trois ouvriers et cinq pompiers sont blessés durant les opérations de secours et hospitalisés.

Conséquences matérielles

A l'intérieur de l'usine : les explosions détruisent entièrement la quasi-totalité des bâtiments de l'établissement.

A l'extérieur de l'usine : le souffle des explosions endommage plusieurs bâtiments civils (maisons, église, usines, etc.) dans un rayon de 500 m. Des débris sont projetés dans un rayon de 1 km. En particulier, un gros morceau de béton renforcé (30 cm x 30 cm x 20 cm) est trouvé à 930 m de l'usine. (illustrations 4, 5).

Illustration 4 : Bloc de béton retrouvé à plus de 900 m de l'usine

Illustration 5 : Débris projetés par les explosions

D'après une évaluation préliminaire, l'accident a causé une perte financière d'environ 1,5 million d'euros :

- 600 000 euros de pertes structurelles internes (destruction d'équipements et de structures) et de perte de production
- 900 000 euros de dommages structurels externes.

Conséquences environnementales

L'accident provoque une série d'incendies dans la zone rurale/naturelle entourant l'usine (sur un rayon de 500 m). Ces incendies sont maîtrisés et éteints par les pompiers. (illustration 6).

Illustration 6 : Incendies déclenchés dans les environs de l'usine

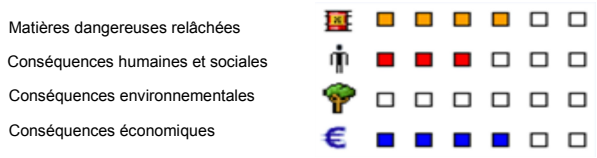
Par ailleurs, environ 8 tonnes de produits chimiques (substances inflammables et oxydantes) utilisés pour préparer les feux d'artifice sont trouvées éparpillées sur le sol hors de l'usine après les explosions.
Enfin, un gros nuage de produits gazeux (y compris des substances toxiques) est observé après les explosions (illustration 7).

Illustration 7 : Nuage toxique émis à l'atmosphère

Compte tenu des quantités de substances dangereuses impliquées et du fait que les conséquences humaines, matérielles et environnementales excèdent les seuils spécifiés à l'Annexe VI de la directive Seveso II, l'accident est qualifié de « majeur ».

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 États membres pour l'application de la directive 'SEVESO' sur la manipulation de substances dangereuses et compte tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les quatre indices suivants :



L'indice correspond aux matières dangereuses relâchées. Le niveau 4 est atteint car l'accident a impliqué des substances pyrotechniques (quantité de substances explosives participant à l'explosion comprise entre 5 et 50 tonnes équivalent TNT).

L'indice correspond aux conséquences humaines et sociales. Le niveau 3 est atteint car l'accident a occasionné 5 décès et 8 blessés.

L'indice correspond aux conséquences environnementales. Aucune donnée chiffrée n'est disponible sur les surfaces de sol contaminées. Pour cette raison, l'indice reste au niveau 0. Toutefois, les conséquences environnementales de cet accident ne doivent pas être négligées.

L'indice € correspond aux conséquences économiques. Le niveau 4 est atteint car l'accident a entraîné entre 0,5 et 2 millions d'euros de pertes externes.

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

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

L'enquête des autorités chargées des poursuites sur l'accident est toujours en cours. La zone est toujours sous saisie.
Les éléments précisés dans cette section sont donc fondés sur les informations et données communiquées à ce jour par la brigade locale de pompiers et par la police nationale.
La Commission MARS (Major Accident Reporting System géré par le Major Accident Hazards Bureau de la Commission Européenne), qui a également conduit une enquête, a obtenu des informations de l'enquêteur technique de l'entreprise sur les dynamiques de l'accident.
Sur la base des éléments réunis, il est possible d'identifier les causes probables de l'accident.

Présence de produits non autorisés

Après l'accident, des produits explosifs que l'exploitant n'avait pas le droit de stocker ont été trouvés dans les ruines de l'usine. En effet, des bombes de feux d'artifice mises en liaison, équipées d'un inflammateur et déjà logées dans des mortiers de tir ont été découverts. (illustration 8). D'autres feux d'artifice logés dans des mortiers ont été découverts dans les camions garés à l'extérieur de l'usine, près de la maison de l'exploitant.

Illustration 8 : Feux d'artifice assemblés

D'après la législation italienne, les feux d'artifice doivent toujours être logés au dernier moment, directement sur le lieu du spectacle pyrotechnique, et jamais dans les installations de production ou de stockage. Cette mesure est imposée en raison de la dangerosité des feux d'artifice logés dans les mortiers de tir. Des opérations comme le transfert et le chargement de tels produits pré-armés sont particulièrement risquées. En ce sens, il n'y aucun doute que ce sont les opérations de transfert menées par les ouvriers devant les bâtiments n° 4 et 5 qui ont été à l'origine des explosions.

Les dommages matériels observés dans les bâtiments de stockage et sur leurs murs de protection (illustrations 9, 10) montrent un réel effet de désintégration. C'est la preuve d'une « explosion en masse » (tous les matériaux explosifs ont explosé quasi instantanément).

Illustrations 9 et 10 : Endommagements des bâtiments et de leurs murs de protection

Stockage de produits en quantités excessives

Après l'accident, les pompiers locaux ont pratiqué une estimation des effets d'une explosion en appliquant la méthode de l'équivalent TNT. Ils ont pris en compte la quantité maximum d'explosifs qui pouvait être stockée dans les bâtiments en fonction des autorisations. Les résultats sont que les effets réels de l'accident (distances d'effets dans un rayon de 100 à 500 m autour de l'usine) sont supérieurs aux effets estimés (qui sont cantonnés à un rayon de 100 m autour de l'usine).

En outre, un effet domino s'est produit dans le bâtiment n° 8 quarante minutes après les premières explosions. Comme cela est visible sur la photo 11, le bâtiment n° 8 était déjà endommagé par le souffle de la première explosion. Le respect des distances de sécurité entre les bâtiments, d'après la législation nationale, doit permettre d'éviter les effets domino. Mais ces distances de sécurité constituent naturellement une méthode de protection qui n'est valable que si les quantités maximales et les typologies autorisées pour les produits explosifs sont respectées (les distances de sécurité sont déterminées sur la base de ces paramètres). L'occurrence d'un effet domino conduit à la conclusion qu'il peut y avoir eu infraction à la législation en termes de qualité et de quantité d'explosifs stockés dans l'usine.

Illustration 11 : Vue de l'usine après la première série d'explosions

Par ailleurs, 20 jours après l'accident, de la poudre noire non autorisée (0,2 tonne) a été découverte dans un petit bâtiment désaffecté en dehors de l'établissement, près de la limite sud de la clôture. Cette quantité de 200 kg, additionnée aux 430 kg déjà stockés dans le bâtiment n° 2, conduit à un dépassement de la quantité limite autorisée pour le stockage de poudre noire (0,5 tonne).

Pression productive conduisant à une prise de risques par les opérateurs

À la période de l'année à laquelle l'accident se produit, en plein été, la société travaille à plein régime pour préparer des feux d'artifice pour des spectacles pyrotechniques prévus à l'occasion des prochains festivals. Ces circonstances mettent la pression sur les opérateurs, qui doivent travailler à rythme accéléré. En effet, le 25 juillet 2013, il ne reste que peu de temps avant le prochain spectacle de feux d'artifice.
Ces contraintes temporelles, associées à un possible excès de confiance de la part des opérateurs en ce qui concerne leur maîtrise des tâches (les trois travailleurs avaient une longue expérience de la gestion des explosifs), peuvent les avoir amenés à travailler dans des conditions opérationnelles non sûres. La pression productive est probablement ce qui conduit l'exploitant à ne pas respecter les quantités autorisées et à armer des feux d'artifice avec des détonateurs à l'intérieur de l'usine.

Défauts de conception de l'usine et lacunes des procédures d'urgence aggravant les conséquences

Des lacunes importantes sont observées dans la mise en œuvre de la procédure interne d'urgence durant les événements. La société n'appelle pas les pompiers et n'active pas le plan d'évacuation après les premières explosions. Compte tenu de la dangerosité de la situation après ces premières explosions, avec des débris éparpillés sur tout le périmètre, l'évacuation aurait dû être la priorité n° 1.
En outre, l'agencement inadéquat de l'usine en termes d'accès des secours complique l'accès des pompiers à la zone endommagée, et plus encore leur manipulation des engins et systèmes anti-incendie.

Par ailleurs, l'emplacement et l'agencement des logements familiaux du gardien et de l'exploitant du site sont inadaptés. Le nombre de ces bâtiments civils et leur distance d'éloignement par rapport à l'usine semblent inappropriés au vu des dommages matériels qu'ils ont subis, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur.
Enfin, il semble que le matériau employé pour la toiture des dépôts soit lui aussi inadéquat. Ce choix a conduit à l'éjection de débris issus du toit du bâtiment n° 8 et causé la mort d'un technicien.

Tous ces problèmes de conception et de procédures indiquent que l'exploitant n'a pas correctement pris en compte les exigences réglementaires. Ils témoignent également d'une mauvaise identification des risques de sa part.

Signaux d'avertissement insuffisamment pris en compte par les autorités administratives de contrôle

Sept mois environ avant l'accident, une inspection détaillée du système de management de la sécurité (SMS) avait été conduite par l'Agence régionale pour l'environnement. Cette inspection avait révélé plusieurs graves lacunes dans le SMS de l'usine :

- nécessité de fournir une formation appropriée aux opérateurs et de respecter son planning, en accord avec les exigences de la réglementation nationale ;

- nécessité de mettre en place des procédures d'exploitation définissant clairement la manière de gérer en toute sécurité le stockage et la production de feux d'artifice ;
- nécessité d'améliorer la procédure d'urgence, notamment par la description des dispositifs d'urgence, la description des modalités de communication entre les bâtiments, l'identification des situations d'urgence exigeant une évacuation, l'intégration du point de rencontre sur le plan des situations d'urgence... ;
- nécessité d'impliquer le personnel dans l'analyse des risques et dans l'identification des situations de presque accident ;
- nécessité de garantir des modalités sécurisées, propres et ordonnées de conditionnement des feux d'artifice.

Certaines de ces lacunes peuvent clairement être mises en relation avec les causes de l'accident en juillet 2013.
La question de l'efficacité des activités d'inspection se pose. Une stratégie efficace d'inspection devrait prévoir un suivi des mesures prises par un exploitant pour corriger les erreurs et lacunes identifiées au préalable. Si l'exploitant avait été obligé de prendre des mesures correctives après que l'inspection lui a notifié les défauts, l'accident ne se serait peut-être pas produit ou pourrait avoir été résolu sans grandes conséquences.
En ce sens, l'application de l'article 20.7 de la directive Seveso 2012/18 UE pourrait aider les États membres à améliorer la sécurité des établissements inspectés. Celui-ci prévoit que :

> *« 7. Dans un délai de quatre mois après chaque inspection, l'autorité compétente communique à l'exploitant les conclusions de l'inspection ainsi que toutes les actions nécessaires à mettre en œuvre. L'autorité compétente veille à ce que l'exploitant prenne toutes les mesures nécessaires dans un délai raisonnable après la réception de la communication. »*

LES SUITES DONNÉES

Dans les dix jours suivant l'accident, d'importantes opérations sont entreprises par les autorités d'expertise locales afin d'éliminer et de neutraliser les matériaux explosifs résiduels, d'extraire les restes des victimes et de sécuriser le périmètre. Des contrôles statiques des bâtiments de la zone sont également pratiqués.
Aucune information sur les mesures prises par la société n'a pu être recueillie en raison de la destruction de l'établissement et du décès de tous les travailleurs impliqués dans les opérations de transfert.

Le périmètre est mis sous saisie et une enquête détaillée est conduite par les autorités chargées des poursuites, aidées par les autorités locales et des experts techniques.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

Cet accident, et les manquements au système de management de la sécurité impliqués dans les faits, attirent l'attention sur certains points de vigilance. Il s'agit d'éléments critiques sur lesquels il est nécessaire de se focaliser dans les usines de feux d'artifice :

- respect de la réglementation et des procédures de sécurité, en termes de qualité (compatibilité) et de quantités des produits explosifs manipulés ou stockés au sein d'une usine ;
- conditions d'exploitation sécurisées et attitude/compétence appropriée des opérateurs travaillant avec les produits explosifs, en particulier pendant les pics d'activité ;
- procédure d'urgence interne appropriée, notamment en termes d'activation de l'alerte (appel des secours) et d'évacuation du personnel ;
- configuration adéquate de l'usine en termes d'accès pour les services de secours externes, notamment pour permettre la circulation aisée des camions et autres équipements de lutte ;
- respect de distances de sécurité suffisantes entre les bâtiments civils (par exemple maisons de l'exploitant, du gardien) et l'usine ;
- choix de matériaux de construction adaptés (par exemple au niveau du toit des bâtiments), pour éviter des conséquences humaines aggravées en cas d'accident (exemple de la chute de débris en provenance du toit d'un bâtiment après l'explosion causant des blessures aux employés).

Cet accident met aussi l'accent sur l'importance d'un suivi rigoureux par les autorités de contrôle de la mise en œuvre de mesures correctives face aux manquements ou infractions à la réglementation constatés lors des inspections.

Source des photographies de cette fiche : rapport des pompiers (DR)