

## Explosion de gaz inflammable dans une usine chimique

Le 12 janvier 1964

Hebronville, USA

Chimie

Polymérisation

Chlorure de vinyle

Autoclave

Batch

Hublot

Organisation / maintenance

Opérations manuelles

### LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

L'usine a été mise en service en 1957. A l'origine, ses productions se limitaient à celle du polychlorure de vinyle (PVC) dans le bâtiment V-1. A l'angle sud-est de ce dernier, est implanté un parc de réservoirs de chlorure de vinyle monomère (CVM). Au nord, se trouve un bâtiment abritant la chaufferie, ainsi qu'un atelier d'entretien, au sud un autre bâtiment abrite le laboratoire, les bureaux et l'entrepôt. Afin d'accroître la production de PVC, le bâtiment V-2 a été construit par la suite, ainsi qu'un autre parc à réservoirs à l'angle nord-ouest du site et une extension vers l'ouest de l'entrepôt initial.

Le bâtiment V-1, constitué d'une ossature métallique, mesure 8,50 m de haut avec 2 niveaux de travail, soit 2 étages de même hauteur. La charpente métallique du second niveau supporte les réacteurs. Chacun dépasse de 90 cm le plancher du second niveau, leur base se trouvant à 1,50 m du dallage du rez-de-chaussée. Les murs en fibro-ciment ondulé sont fixés à la charpente par des attaches. Le second étage est constitué pour partie de bardage en tôle et pour partie de plaques planes en ciment fixées sur l'ossature métallique. Le toit est en plaque de ciment sur un support en acier. Ce type de construction était prévue pour limiter les dommages en cas d'explosion.

L'entrepôt abrite des sacs de granulés de PVC et plusieurs centaines de kilomètres de tuyaux d'arrosage. Tous les bâtiments sont équipés de sprinklers. Un système de pulvérisation d'eau à commande manuelle protège le parc à réservoirs de CVM.

Ce dernier, livré en wagons-citerne, est stocké sous forme de gaz liquéfié dans 4 cuves de 180 m<sup>3</sup> à sa tension de vapeur, soit 2,46 bar à 21 °C. Il est ensuite pompé et transféré par une canalisation de surface à l'unité de traitement du bâtiment V-1. La polymérisation est réalisée dans 20 réacteurs d'une contenance unitaire de 7,5 m<sup>3</sup> situés dans le bâtiment V-1. Il s'agit d'un procédé batch, chaque réacteur contient plusieurs tonnes d'un mélange de CVM et d'eau. La polymérisation achevée, le PVC est séché dans un séchoir à l'extrémité ouest du bâtiment V-1, puis ensaché et stocké dans l'entrepôt.

Chaque réacteur comporte dans sa partie supérieure le moteur de brassage, les conduits de chargement et d'évents, ainsi que 2 regards en verre orientés à 180 ° l'un par rapport à l'autre. L'un de 10 cm de diamètre, permet d'observer la réaction, l'autre de 15 cm, abrite un luminaire antidéflagrant pour éclairer l'intérieur du réacteur. Ce second regard, calculé pour résister à une pression de 14 bar, est constitué d'un disque de verre de 20 cm de diamètre et de 32 mm d'épaisseur, d'un joint inférieur en amiante à revêtement de plomb, d'un joint supérieur en fibre d'amiante, d'anneaux de serrage, d'un support en cloche et du luminaire.

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

---

Le dimanche 12 janvier 1964, un opérateur en poste de jour, remplace le verre du regard où est installé le luminaire du réacteur A-4 dans la partie nord-est du bâtiment V-1. En effet, ce dernier s'est obscurci. Cette maintenance est effectuée à la fin d'une polymérisation, après vidange du réacteur. La réparation terminée, le réacteur est rechargé dans l'après-midi sans vérification préalable de l'étanchéité du hublot à la pression.

Trois heures plus tard, une fuite de faible importance se produit au niveau du hublot réparé. Alors qu'un ouvrier d'entretien resserre les boulons de l'anneau de serrage après avoir enlevé le luminaire, le verre vole en éclats et lui taillade le visage. Trois employés conduisent la victime au vestiaire du bâtiment où se trouvent les bureaux et les laboratoires, en empruntant un passage couvert. Après quelques soins, le blessé est conduit à la grille principale.

Pendant ce temps, la fuite a pris des proportions importantes et devient impossible à arrêter. Le personnel encore présent évacue le bâtiment, se repliant sur l'entrepôt et sur un vestiaire du bâtiment abritant les bureaux et les laboratoires. A 18h51, soit 5 à 10 minutes après la rupture du hublot, le mélange air/CVM explose violemment ; la déflagration qui est entendue à plus de 60 km, volatilise presque intégralement les parois latérales et le toit du bâtiment V-1, provoquant l'effondrement des murs et des structures métalliques des parois les plus proches de l'entrepôt, du bâtiment des bureaux et des laboratoires, ainsi que de celui abritant la chaufferie et l'atelier d'entretien.

Cinq ouvriers et l'opérateur de la chaudière sont tués sur le coup, écrasés par les murs et des parties de toiture ou atteints par des débris. Une septième victime gravement blessée, décèdera le lendemain. De nombreux blessés, plus ou moins atteints sont également à déplorer.

Les canalisations desservant les 20 réacteurs comme le reste de l'installation de fabrication, rompues en plusieurs endroits, laissent échapper près de 70 tonnes de CVM qui s'enflamment aussitôt pour se consumer très rapidement, essentiellement sous la forme d'une boule de feu surplombant les décombres du bâtiment V-1. Un morceau de poteau en fer, projeté sur le réservoir de stockage le plus à l'ouest et contenant près de 115 m<sup>3</sup> de monomère, rompt un raccord fileté sur une petite conduite de CVM qui s'enflamme à son tour.

L'explosion provoque également la rupture de 4 colonnes montantes du réseau de sprinklers et d'une autre alimentant des unités de fabrication. Les coffres des 2 bouches d'incendie à l'est et à l'ouest de V-1 sont détruits, mettant hors service le réseau sprinkler local tout en provoquant une importante chute de pression dans le réseau de l'usine et dans le réseau public le plus proche des installations.

Dans un rayon de 600 m autour du bâtiment V-1, l'explosion a endommagé les habitations et d'autres bâtiments dont 2 écoles : déplacement de murs, bris de vitres...

### **L'intervention des secours :**

L'organisation des secours est sérieusement entravée par le grand nombre de morts et de blessés, ainsi que par l'impact médiatique (radio et télévision) lié à l'explosion ; des milliers de spectateurs se rassemblent sur les lieux empêchant les renforts d'accéder au sinistre. Seuls les premiers secours et la police arriveront sur place rapidement. L'épais nuage noir de fumées toxiques stagnant au niveau du sol ne facilite pas non plus le travail des pompiers qui doivent s'équiper de masques. De plus, durant la première heure, les secours craignent d'autres explosions à cause des fuites enflammées de monomère dans l'entrepôt, qui risquent d'atteindre le bâtiment V-2.

Les pompiers se branchent sur les prises d'eau du réseau public de Seekonk et sur les bouches d'incendie des parcs à réservoirs au nord et à l'ouest de V-1, ainsi qu'au sud-ouest de l'entrepôt. Cependant, la pression d'eau est insuffisante dans le réseau public d'Attleboro, à proximité du site, ainsi que dans le réseau d'alimentation des parcs. Le matériel est alors dirigé sur le bassin de la tour de refroidissement. Les pompiers hésitent à franchir la grille principale, craignant que le feu de gaz du parc des réservoirs de monomère ne se communique aux autres réservoirs et aux 4 wagons-citerne pleins, stationnés à proximité. Sous protection de jets d'eau alimentés par le réseau de Seekonk qui n'a pas été endommagé, les pompiers réussissent à couper la vanne d'alimentation en monomère du réservoir qui fuit. Le feu s'éteint faute de combustible vers 19h30. Au même moment, l'alimentation en monomère du bâtiment V-1 est également coupée, ce qui entraîne l'extinction du feu dans ce bâtiment.

La recherche du personnel manquant s'organise. Vers 19h45, les pompiers tentent de pénétrer dans l'entrepôt. Pendant ce temps, des employés purgent les réacteurs du bâtiment V-2 par précaution pour éviter que des vapeurs de CVM ne soient entraînées vers l'extrémité ouest de l'entrepôt. Le personnel de l'entreprise conseille aux pompiers de se tenir éloignés de ce bâtiment, puis concentre ses efforts sur le feu du bâtiment de la chaufferie et de l'atelier d'entretien. Peu après 20 h, la police évacue la population proche de l'usine en raison d'une légère brise qui pousse l'épais nuage vers une zone d'habitation ; 100 familles sont ainsi évacuées vers 21 h.

Les pompiers tentent de fermer les vannes d'arrêt commandant l'alimentation des réseaux de sprinklers endommagés, mais les vannes directement accessibles ont été détruites par l'explosion. Une vanne dans la fosse de raccordement à l'eau de ville, non connue des premiers intervenants est fermée vers 23 h. Cette action permet une remontée rapide de la pression dans le réseau public et dans le réseau des parcs au sud de l'entrepôt, mais il n'est plus possible de maîtriser l'incendie dans ce dernier dont la toiture s'est en partie effondrée et dont le contenu va brûler pendant plusieurs jours sous les débris du toit. Cependant vers 1 h du matin, les autorités considérant que le feu est contenu, annulent l'ordre d'évacuation.

Pendant toute la durée de l'incendie, les produits de combustion et de décomposition du CVM et du PVC, âcres et nocifs, ont entravé les efforts des équipes de secours. Le lendemain matin, une forte tempête de neige se déclenche, compliquant l'intervention des pompiers et maintenant les fumées toxiques près du sol.

#### **Les conséquences :**

Sept membres du personnel ont été tués et plusieurs autres, ainsi que des personnes habitant dans le voisinage et des pompiers, ont été blessés par des projections de débris ou intoxiqués par la fumée ; une quarantaine de blessés sera dénombrée.

Les dommages matériels sont considérables : 3 des 6 principaux bâtiments de l'usine ont été détruits. Pour le bâtiment V-1, l'entrepôt, le bâtiment des laboratoires et des bureaux, ainsi que celui abritant la chaufferie et l'atelier d'entretien, les dommages sont évalués à près de 4 millions de dollars 1964. Pour les bâtiments publics, écoles et autres, ils seraient de 60 000 dollars.

Les chaufferies ne fournissant plus de vapeur et la température étant inférieure à 0 °C, les installations des autres bâtiments de l'entreprise sont prises par le gel. Les dégâts qui en résultent nécessitent une interruption des activités occasionnant des pertes d'exploitation de plusieurs millions de dollars.

La production de PVC dans cette usine est abandonnée, notamment en raison des réactions défavorables de l'opinion publique.

## ECHELLE EUROPEENNE 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.

L'accident d'Hebronville se caractérise par les indices suivants:

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

Les paramètres composant ces indices sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.aria.ecologie.gouv.fr>

Près de 70 t de CVM se sont échappés et ont brûlé soit 35 % du seuil Seveso de cette substance (200 t). L'indice relatif aux matières dangereuses relâchées pour ce pourcentage est égal à 4 (cf. paramètre Q1). Par ailleurs, des vitres ont été brisées jusqu'à une distance de 600 m soit Q2 = 2.

L'accident a provoqué la mort de 7 employés et fait une quarantaine de blessés, ce qui explique l'indice relatif aux conséquences humaines et sociale de 4 (cf. paramètre H3).

Les dommages matériels au niveau de l'usine sont évalués à 4 millions de dollars 1964, ceux provoqués à l'extérieur (écoles...) sont de l'ordre de 60 000 dollars. A cela s'ajoutent les pertes d'exploitation. L'ensemble conduit à un indice relatif aux conséquences économiques égal à 3 (cf. paramètre €15).

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

L'usine fabriquait du PVC depuis 7 ans durant lesquels les riverains avaient déposé de nombreuses plaintes : ruptures fréquentes et bruyantes de soupapes de sécurité, odeurs et poussières. Compte-tenu également des substances utilisées (CVM...), les autorités avaient demandé à l'exploitant de prendre des mesures de sécurité plus importantes. Ce dernier avait assuré à la population que toutes les précautions avaient été prises et qu'aucune explosion majeure n'était à craindre. Des exercices réguliers étaient effectués avec les pompiers d'Attleboro en relation constante avec la brigade d'intervention interne. Une alarme automatique en cas d'incendie et un réseau sprinkler avaient été installés.

Cependant, malgré ces dispositions, les riverains restaient inquiets du fait des nombreuses explosions aux conséquences relativement mineures. Les dernières avaient eu lieu le 10 janvier à 2h29, réveillant les habitants. Les 2 explosions séparées de 14 secondes n'avaient infligé que des dommages mineurs à l'usine.

L'accident a eu lieu au niveau de l'une des unités de fabrication du PVC à partir de CVM qui est un gaz très inflammable et cancérigène, dont le point d'ébullition est de -14 °C. Lorsqu'il est liquéfié sous pression à une température supérieure à son point normal d'ébullition en quantité de l'ordre de plusieurs tonnes, toute fuite liquide peut provoquer le dégagement de grandes quantités de vapeurs. Les fuites aux conséquences relativement mineures qui avaient déjà eu lieu à plusieurs reprises montraient bien que malgré les quelques mesures supplémentaires de sécurité prises par l'exploitant, celles-ci restaient insuffisantes au regard du risque inhérent à la mise en œuvre du CVM.

## LES SUITES DONNÉES

---

Quelques jours plus tard, les riverains de l'usine demandèrent à l'exploitant un compte-rendu de l'accident. Ils engagèrent des avocats pour défendre leurs droits. Quatre jours après l'explosion, l'exploitant annonçait que la production de PVC ne serait pas reprise sur le site. Le 21 janvier, l'exploitant établit un accord avec l'association des riverains pour ne pas remettre en service les 2 unités de production de PVC.

## LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

---

### **Au plan technique :**

Il est possible de réduire au maximum les fuites en respectant quelques conditions : montage correct, utilisation de matériaux dont les caractéristiques techniques assurent une sécurité suffisante, débits et quantités aussi réduits que possible, nombre et dimensions des orifices limités au maximum indispensable, installation de vannes de régulation du débit et de dispositifs de secours pour la vidange... En prenant ces précautions et en optimisant la ventilation des locaux, il est possible en cas de fuite de limiter l'accumulation de vapeurs.

Dans le cas de l'explosion d'Hebronville, le regard en verre représentait une grave infraction à ces principes. Le hublot de diamètre 15 cm était, dans les conditions décrites, un orifice très important. La fuite ne pouvait être contrôlée une fois le verre brisé.

Dans le cas d'une explosion importante comme celle-ci, implantation et séparation des bâtiments dans l'usine sont des éléments primordiaux. La proximité d'habitations dans un périmètre proche constitue un facteur aggravant ; 2 écoles se trouvaient à moins de 600 m du bâtiment V-1. S'il y avait eu classe au moment de l'explosion, un grand nombre d'enfants aurait été blessé par des projections de débris de verre. Les dégâts causés aux habitations se sont réduits essentiellement aux bris de vitres et à la destruction de plâtres, mais ils auraient été bien plus sérieux si une explosion d'une intensité analogue s'était produite dans le bâtiment V-2 plus proche d'une zone à peuplement très dense (500 m). Dans le cas présent, ce bâtiment V-2 et l'entrepôt ont contribué à la protection de ces maisons en faisant écran.

L'entrepôt, le bâtiment abritant les laboratoires et les bureaux, celui de la chaufferie et de l'atelier d'entretien n'ont été que modérément endommagés par l'explosion grâce au remplissage des murs par des plaques planes en ciment. Cette explosion est une illustration du danger que constituent pour le personnel les constructions traditionnelles en moellons, briques et tuiles qui se rompent en fragments lourds et tranchants.

La vulnérabilité à l'explosion d'un réseau de sprinklers classique a été démontrée. Si la perte des réseaux de sprinklers du bâtiment V-1 était prévisible du fait de la violence de l'explosion, celle de l'entrepôt et des 2 autres bâtiments aurait pu être évitée si les colonnes montantes avaient été placées de l'autre côté des bâtiments et si le réseau d'alimentation des parcs avait été disposé de façon à ce que l'on pût isoler les ruptures survenues dans le bâtiment V-1.

**L'organisation des secours et de la lutte contre le feu, la gestion de la crise :**

Les rapports établissent qu'il existait une coopération étroite entre le personnel de l'usine et les pompiers. L'entreprise avait prévu un plan de secours et sa brigade de pompiers s'entraînait régulièrement avec la brigade locale. Cependant, les dispositions du plan n'ont pas toujours été respectées. En particulier, la pression dans les parties intactes du réseau d'alimentation en eau aurait pu être rétablie plus rapidement, la pompe à incendie mise en marche plus tôt et la zone de rupture isolée également plus rapidement en fermant les vannes. Si toutes ces conditions avaient été remplies, le feu aurait peut-être pu être maîtrisé dans l'entrepôt au stade initial et avec peu de moyens hydrauliques (lances).

L'impact médiatique immédiat de l'explosion à la radio et à la télévision a enfin sérieusement entravé les secours. La confusion initiale est également due au fait qu'à l'arrivée des pompiers, on ignorait l'endroit précis où se trouvait le personnel. Malgré la coopération existant entre les pompiers internes et externes, l'organisation des secours semble avoir compromis leur efficacité. En effet, le chef des pompiers d'Attleboro a engagé directement tous ses effectifs dans la lutte contre le feu au lieu de conserver quelques hommes pour établir un véritable PC opérationnel. Au lieu de s'engager personnellement sur les lieux du sinistre, il aurait dû superviser les opérations pour assurer la coordination des différents intervenants et des moyens matériels en fonction des besoins. Cela aurait évité que chaque intervenant agisse indépendamment et aurait permis de rendre plus efficace l'intervention lors du sinistre.

**En conclusion :**

Cet accident montre qu'il est fortement recommandé d'isoler les bâtiments (ou cellules) comportant un risque d'explosion important. Le choix des distances entre les bâtiments dépend de l'importance de l'explosion et de l'incendie prévisibles, ainsi que de la vulnérabilité des structures et des locaux exposés.

La présence de hublots d'observation en verre constitue une source de défaillances fréquentes aux conséquences pouvant être très graves comme pour ce sinistre. Utiles sans doute, ils ne paraissent pas pour autant indispensables. S'ils doivent être maintenus, il est nécessaire d'en réviser la conception pour limiter les conséquences de leur rupture accidentelle. Il est par exemple possible d'utiliser des hublots en verre blindé ou renforcé et de monter entre le sommet du réacteur et le hublot une vanne à fermeture rapide, de préférence automatique ou tout au moins actionnée à distance.

Dans les zones présentant des risques d'explosion, les réseaux sprinklers devront être conçus et implantés pour résister au mieux aux explosions (conduites, colonnes montantes, vannes ...).

Enfin, les entreprises où ce type de risque existe, se doivent d'analyser leurs plans de secours pour s'assurer qu'ils tiennent compte du maximum d'incidents plausibles, qu'ils prévoient le remplacement des responsables-clés et que les dispositions prévues sont effectivement mises en application au cours d'exercices réalisés en commun avec les secours externes.