



Explosion d'une canalisation de chlore à Champagnier

ARIA 29864 - 21/05/2005 - 38 - CHAMPAGNIER

24.1E - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base



Une explosion se produit sur un pipeline transportant du chlore gazeux entre une plate-forme chimique (producteur) et un fabricant d'élastomères (utilisateur).

La canalisation, construite en 1961 pour transporter de l'acide chlorhydrique (HCl), est exploitée depuis 1986 pour le transport de Cl₂ désoxygéné et séché. D'un diamètre de

200 mm et de 3 600 m de long, en acier peint, calorifugée et tracée sur la partie externe supérieure par un tube de chauffage par effet de peau, elle fonctionne à 4 bar relatifs et 30 °C. Depuis la veille, la production étant stoppée pour un arrêt de maintenance de 10 j, la pression dans le 'chloroduc' a été ramenée à 0,25 bar.

L'explosion se produit à 150 m du point de livraison, hors du site utilisateur. Sur 70 m de long, la canalisation rompue en 4 points porte des traces d'ondes de choc internes. Malgré de nombreuses projections de débris de canalisation dans un rayon de 150 m, aucune victime n'est à déplorer. La quantité de Cl₂ émise est estimée à 475 kg. Les dégâts relevés (rupture en hélice, onde de pression...) indiquent le caractère détonant de l'explosion. Les conséquences matérielles sont importantes sur les 4 autres canalisations (diam. 100 mm) du rack aérien : les 2 conduites d'azote (13 b, 2 à 3 000 m³/h) sont déformées mais ne présentent pas de fuite, leur pression est ramenée à 10 bar ; celle d'oxygène (10 b), aussi endommagée est vidangée ; la dernière, désaffectée, est sous N₂ à pression atmosphérique.

L'analyse de l'accident montre qu'une explosion H₂/Cl₂ en serait à l'origine, la formation de H₂ (20%) s'expliquant par la combinaison de plusieurs éléments : l'introduction accidentelle dans la conduite d'humidité lors d'une opération de maintenance ancienne a entraîné l'hydratation du chlorure ferrique présent. Le changement de phase cristalline du dépôt, attribué par l'exploitant, au chauffage excessif de la conduite (80 à 90 °C) a favorisé l'attaque de l'acier (par l'acide hypochloreux) et la formation de H₂. Ce chauffage résulte d'une perte d'alimentation électrique d'un capteur de température suite à la rupture d'un câble sur le site de l'utilisateur lors de la manipulation mal maîtrisée d'une dalle de protection de l'ouvrage, 3 jours plus tôt.

En fait, la proportion d'hydrogène (20%) dégagée dans le chlore gazeux contenu dans la canalisation isolée à chaque extrémité, à faible pression (0,25 bar) constituait un mélange explosif qu'une très faible énergie d'initiation (de l'ordre de la dizaine de microjoules) suffisait à allumer.

L'exploitant nettoie l'intérieur de l'ouvrage (2,5 à 3 t de résidus minéraux et organiques extraits), et prévoit la mise en place de sondes de température tous les 500 m avec sécurités basse et haute, la révision et la sécurisation du traçage électrique, des contrôles endoscopiques réguliers...



Les mauvaises consignations lors de travaux

L'explosion du chloroduc de Champagnier illustre une nouvelle fois les risques liés aux travaux qu'il s'agisse de maintenance, de modification d'installations voire de démantèlement d'unités ou d'usine. Mais sa particularité, hormis son caractère spectaculaire et dangereux, est qu'elle résulte d'une combinaison d'erreurs lors de différentes opérations de maintenance plus ou moins anciennes (entrée d'humidité, endommagement du circuit électrique de la sonde de température), ainsi qu'un défaut de consignation des équipements.

Un arrêt d'unité avec mise en sécurité des installations avant travaux ne se limite pas seulement aux habituels **vidange, dégazage, nettoyage, fermetures de vanne**... même s'il s'agit de tâches essentielles qu'il ne faut pas négliger car très accidentogènes (n°21034, 29425, 30365, 30516, 31934, 32402, 32690).

Une bonne consignation nécessite une véritable analyse des risques proportionnée aux enjeux, prenant en compte l'unité concernée par les travaux mais également les unités associées ou proches (n° 6227), le **partage d'utilité** (n° 23893, 27516), **les chaînes de mesures ou de sécurités communes** (n° 2684)...pour assurer la sécurité de l'installation et de son environnement, mais aussi celle du personnel intervenant et des sous-traitants éventuels.

Quelques exemples issus de la base de donnée ARIA et présentés ci-après illustrent les difficultés parfois rencontrées pour réaliser des consignations efficaces notamment en présence de certains systèmes complexes.

Plus l'ampleur des travaux à effectuer est importante et les intervenants nombreux, plus grand doit être le soin apporté à leur préparation. Il est ainsi essentiel d'établir un **planning** de réalisation et de **coordonner**, voire de différer certaines interventions, notamment lorsqu'elles concernent du personnel de services ou d'entreprises différents (n°20656), sous peine de conséquences parfois dramatiques. Ainsi, à Ribecourt-Dresincourt (60), le remplacement d'un groupe électrogène alors qu'un nettoyage de réacteur est en cours provoque l'ouverture de vannes automatiques préalablement fermées et la mort d'un agent de maintenance (n°5989), les travaux habituellement réalisés sur 2 périodes différentes étaient cette fois-ci effectués simultanément.



Cet accident montre également l'importance d'une maîtrise complète de **l'alimentation électrique** des équipements de l'unité en travaux. En effet, la mise en sécurité de l'installation par coupure de l'alimentation électrique doit s'accompagner de mesures visant à empêcher toute remise en tension intempestive, par intervention humaine, ou par dispositif automatique (n° 6093 – *Le passage à la période "heure creuse" de l'installation électrique d'une brasserie met sous tension 2 pompes et une vanne jusqu'alors délestées et provoque une fuite d'ammoniac via une vanne restée ouverte*). D'ailleurs, les **automates** pilotant l'unité consignée doivent également faire l'objet d'une attention particulière, leur réinitialisation involontaire pouvant générer des risques (n°16072).

Les dispositifs de **chauffage ou de traçage** sont aussi des équipements dont la consignation lors de travaux doit être réfléchie. Selon les cas, le chauffage peut être maintenu ou stoppé. Là encore, seule une analyse de risque permettra d'en faire le diagnostic (n°2684 – *l'arrêt du traçage d'une installation de production de nitrate d'ammonium en travaux entraîne une condensation d'ammoniac qui fausse un capteur et provoque le rejet de 5 t de NH3 par ouverture automatique d'une vanne ; n°24436 – *le chauffage d'un réacteur chimique mal consigné provoque une explosion et un incendie*).*



L'efficacité de ces préparatifs conditionne le bon déroulement de l'intervention de réparation ou de modification des installations proprement dite, les lacunes dans ces domaines conduisant invariablement à l'accident. Une fois les travaux menés à bien, l'attention portée à la prévention des risques doit rester constante car le redémarrage des installations peut toujours être source d'accident. La levée partielle ou incorrecte des dispositifs spécifiquement établis pour les travaux (n°32692) ou des défauts de consignation d'équipements devenus obsolètes (n°26895) ne sont que quelques exemples parmi d'autres (absence ou mauvaise réception...) de causes d'accident en phase de redémarrage.

Les accidents dont le n°ARIA n'est pas souligné sont consultables sur



www.aria.ecologie.gouv.fr

  **ARIA 2684 - 24/10/1992 - 62 - BULLY-LES-MINES**
 24.1J - Fabrication de produits azotés et d'engrais
 Vers 18h30, un rejet de 5 t d'ammoniac (NH3) se produit durant 15 min à 7/8 m de hauteur par 2 soupapes placées sur les équipements d'une ligne de fabrication de solution de nitrate d'ammonium. Des personnes situées à environ 1 100 m au NE de l'unité sont incommodées ; l'une d'entre elles sera hospitalisée.

A la suite d'un arrêt pour travaux de l'unité et du traçage vapeur, une condensation d'ammoniac se produit dans une ligne de prise de pression. La mesure de ce paramètre faussée provoque l'ouverture automatique d'une vanne. L'NH3 déborde par un évaporateur via une tuyauterie gaz. Une sécurité niveau haut n'était pas indépendante.



  **ARIA 5989 - 01/12/1994 - 60 - RIBECOURT-DRESLINCOURT**
 24.1J - Fabrication de produits azotés et d'engrais
 Dans une unité de granulation d'une usine d'engrais, une équipe d'entretien de 3 ouvriers nettoie un réacteur dont les vannes d'alimentation automatiques et manuelles ont préalablement été placées en position fermée. Le remplacement d'un groupe électrogène provoque une ouverture des vannes automatiques et le déversement, dans le réacteur, de l'ammoniac emprisonné dans une canalisation entre les vannes automatiques et manuelles.

Deux ouvriers sont gravement intoxiqués, l'un d'eux décèdera 6 jours plus tard. Le 3ème employé qui n'est que légèrement atteint, quittera l'hôpital dans la journée. L'accident n'a pas de conséquence notable sur l'environnement. Une mauvaise coordination des travaux serait à l'origine de l'accident.



  **ARIA 6093 - 02/12/1994 - 67 - HOCHFELDEN**
 15.9N - Brasserie
 Dans une brasserie, une fuite de 30 à 40 kg d'ammoniac se produit à 9 h 15 lors du remplacement du collecteur d'aspiration des compresseurs d'une unité de réfrigération. Trois sous-traitants, équipés de masques, sortent de la salle des machines et sont hospitalisés quelques heures. La fuite cesse 15 min plus tard après fermeture, dans un local contigu à la salle, des vannes du circuit d'aspiration.

A 7h15, le collecteur est isolé (3 vannes) et purgé, mais une vanne sur le retour du circuit froid des tanks de fermentation n'est pas fermée. L'erreur n'est pas décelée car les 2 pompes et 1 vanne de ce circuit sont délestées en période d'heures de pointe au niveau électrique. La fuite se produit à leur remise sous tension.


L'environnement ne sera pas atteint mais 100 personnes sont évacuées.

  **ARIA 6227 - 11/11/1994 - ETATS-UNIS - LAKE STE CATHERINE**
 11.1Z - Extraction d'hydrocarbures
 Une explosion survient sur une plate-forme gazière off-shore alors que 4 employés d'une société de sous-traitance procèdent à la dépose d'un moteur. En utilisant des chalumeaux pour la découpe de pièces métalliques à proximité des réservoirs de déchets d'hydrocarbures localisés sous le plancher de la plate-forme, les ouvriers font exploser l'un des réservoirs pratiquement vide et non dégazé.

Un employé est porté disparu, les 3 autres ne sont que légèrement blessés. Les pompiers laissent le feu, confiné à la zone des stockages, se consumer jusqu'à extinction.



  **ARIA 16072 - 09/03/1999 - 26 - PIERRELATTE**
 24.1A - Fabrication de gaz industriels
 Sur un site produisant des gaz industriels (O2, N2), une soupape s'ouvre sur un circuit d'O2 vaporisé alimenté par un réservoir d'oxygène liquéfié (OL). L'unité est à l'arrêt (journée EJP) et le client alimenté en ligne est en marche réduite. La station de vaporisation d'OL maintient la pression d'O2 dans le réseau. Dans la journée, l'exploitant remplace par une version compatible "an 2000" son logiciel FOXBORO pilotant l'unité.

Vers 19 h, l'unité toujours à l'arrêt et à l'insu de l'exploitant, la relance du système stoppe une pompe à eau utilisée pour vaporiser l'OL. Une heure plus tard, la température de l'O2 venant de la piscine de vaporisation est trop basse, des systèmes de sécurité se déclenchent : une vanne se ferme en aval du faisceau de vaporisation, la pompe d'OL s'arrête et le FOXBORO alerte l'astreinte. L'OL emprisonné se vaporise, l'une des 2 soupapes de l'unité s'ouvre. Le bruit alerte un riverain. La police et les pompiers arrivent sur les lieux. L'incident est maîtrisé en 15 min.

 **ARIA 20656 - 29/03/2001 - 76 - LE HAVRE**
 40.1E - Distribution et commerce d'électricité
 Dans une centrale thermique, un rejet accidentel de 100 à 200 m³ d'effluents chargés en oxydes de fer se produit dans l'un des bassins du port. Il est détecté lors d'une ronde (coloration marron des eaux). Pendant l'arrêt de tranche en cours, les réchauffeurs d'air de combustion des générateurs de vapeur, encrassés par des dépôts de cendres volantes, sont nettoyés. Cette opération est réalisée tous les 2 ans.

A cette occasion, les trappes de visite des réchauffeurs sont ouvertes et les appareils nettoyés avec à l'eau sous pression (pas de produit de nettoyage). Les effluents sont canalisés vers un bassin interne (SNM) à titre exceptionnel avant leur élimination dans la station de traitement des effluents de l'installation de désulfuration des fumées. Le bassin est muni de 2 vis d'Archimède qui, en fonctionnement normal, évacuent le trop plein vers le bassin des eaux résiduaires puis vers le bassin du port.

Les vis, dans la configuration des travaux, auraient dû être consignées à l'arrêt, ce qui n'était pas le cas. Plusieurs dysfonctionnements d'organisation sont constatés : consignation demandée pour le lendemain, problème d'interface entre 2 structures concernées (arrêt et gestion des consignations), chantier sous responsabilité de la maintenance mais suivi des effluents fait par un autre service, chantier en continu (jour/nuit) avec des rondes uniquement de jour (d'où retard de détection).

  **ARIA 24436 - 17/04/2003 - 76 - OUDALLE**
 24.6L - Fabrication de produits chimiques à usage industriel
 Une explosion et un incendie se produisent à 3h20 dans une unité de fabrication d'additifs pour lubrifiants d'une usine chimique SEVESO située dans une ZI portuaire. L'unité, en arrêt technique depuis 3 j, semble vide de tout additif au moment des faits. Le POI de l'établissement est déclenché. Les pompiers internes maîtrisent le sinistre avant l'arrivée des secours externes. La situation est sous contrôle à 4h30 et le POI est levé à 8h15.

L'explosion est due à un défaut de consignation liée à la présence simultanée d'un combustible, d'un comburant et d'une source de chaleur : il restait 200 kg de produit à base d'huiles minérales enrichies issus de la dernière fabrication dans le cône de vidange du réacteur d'estérification. La décomposition possible de l'huile, voire la synthèse de peroxydes à plus de 150°C




pendant plusieurs heures sont envisagées : des essais sont menés par une entreprise tierce. De l'oxygène était présent dans le réacteur suite à la ventilation des équipements par le personnel pour une intervention sur le réacteur de la ligne parallèle. Enfin, le circuit de chauffage commun aux réacteurs de ces 2 lignes avait été mis en route pour des essais de chaudière, sans que le réacteur à l'arrêt ne soit by-passé. Le bac vide a donc été chauffé pendant plus de 24 h : la température intérieure a atteint 150 °C pendant plusieurs heures et 200°C pendant 2 h. Les paramètres du réacteur (T, P et niveau) étaient reportés en salle de contrôle, mais lors de l'accident, l'unité étant en arrêt, personne ne les a surveillés.

Les dommages matériels ne concernent que l'unité de production (6,5 M.euro), les stockages associés ont été épargnés. Néanmoins, les activités des autres unités du site sont stoppées et reprendront après autorisation préfectorale (pertes d'exploitation estimées à 4,5 M.euro). Aucune pollution atmosphérique ou de l'eau n'est détectée ; la qualité de l'eau d'un canal proche est vérifiée toutes les 30 min. Les barrières d'un pont voisin sont abaissées par erreur 4 h après l'accident et le sont restées 30 min. Les administrations, communes et médias locaux, ainsi que les industriels de la zone sont informés par communiqués.

Les mesures correctives prises sont la mise en place d'un système de régulation du chauffage avec alarme à 210°C et arrêt automatique lorsque l'agitation est stoppée, l'augmentation des fréquences de mesure des paramètres, la révision des procédures de chauffage, le suivi des paramètres en salle de contrôle même lors d'arrêt

    **ARIA 26895 - 21/01/2004 - 59 - AUBY**




27.4G - Première transformation du plomb, du zinc ou de l'étain

   Dans une usine métallurgique, des eaux chargées en zinc se déversent dans un canal lors du redémarrage après un entretien périodique des ateliers de lixiviation et d'électrolyse. L'établissement dispose d'un réseau d'eaux pluviales polluées, relié à une fosse de relevage permettant leur transfert vers un bassin de stockage de 5 500 m³ et une station de neutralisation-décantation mise en service l'année précédente. Les anciennes pompes de la fosse qui permettent un rejet direct (sans traitement) dans le canal ont été maintenues en place pour être utilisées dans des situations exceptionnelles (précipitations supérieures à la pluviométrie décennale ou panne de longue durée de la station de neutralisation) et sous réserve d'une qualité satisfaisante du rejet. Le jour de l'accident, des fuites sur les échangeurs de la lixiviation s'écoulent dans ce réseau d'eaux pluviales puis, à la suite d'une erreur de manipulation des pompes, sont rejetées sans traitement dans le canal durant 3 jours ; 700 kg de zinc sont ainsi déversés dans le milieu naturel.





Une enquête révèle que l'erreur de manipulation a été possible en raison du maintien sans les verrouiller des anciennes pompes. L'Inspection constate également une panne du système de détection des fuites et de la chaîne de transmission du contrôle process à l'ordinateur central. Ce rejet accidentel ne semble pas avoir eu d'impact notable sur l'environnement. L'exploitant prend plusieurs mesures : remplacement des échangeurs, déplacement de la mesure de conductivité et recyclage des condensats des évaporateurs, verrouillage ou consignation électrique des anciennes pompes et mise en place d'une procédure pour leur utilisation. Un arrêté préfectoral de prescriptions complémentaires imposant notamment la condamnation des pompes sera proposé au préfet.

    **ARIA 30365 - 25/07/2005 - 62 - DESVRES**




27.1Y - Sidérurgie

   Dans une usine sidérurgique spécialisée dans la galvanisation, une explosion se produit vers 11 h dans un four de préchauffage de tôles, à l'arrêt depuis la veille au soir pour des travaux annuels de maintenance. Le vidage du creuset de zinc était terminé et la purge d'hydrogène (gaz utilisé avec du N2 pour constituer l'atmosphère réductrice du four), débutée 6 h auparavant, était en cours lorsque l'accident est survenu. Les 4 employés présents, hospitalisés pour des examens auditifs, ne sont pas blessés. Aucun impact à l'extérieur du site n'est constaté.

L'absence de fermeture de la vanne du réservoir de secours d'H2 et du by-pass installé sur le circuit d'alimentation du four est à l'origine de la déflagration ; des points chauds ont allumé l'atmosphère explosive. A la suite de l'accident, l'exploitant modifie le mode opératoire de ces travaux (platinage du by-pass et test d'étanchéité, modification de la vanne du circuit H2 secours pour permettre sa consignation...) et complète la procédure d'intervention.

    **ARIA 32692 - 10/11/2006 - 76 - GONFREVILLE-L'ORCHER**

24.1L - Fabrication de matières plastiques de base

   Une fuite de 200 kg de propylène liquide a lieu vers 1 h sur un réacteur de copolymérisation en cours de redémarrage dans une usine de matières plastiques de base. Le nuage formé est détecté par le réseau de détecteurs de gaz de l'unité. Les asservissements de l'atelier îlotent la section d'unité concernée, stoppent la fuite et enclenchent la mise à l'arrêt de l'unité. Des opérateurs sous ARI isolent les circuits.

L'évènement ne dure que quelques minutes. Le circuit N2 de l'unité sera ensuite purgé de manière préventive.

Dans le cadre de travaux de maintenance sur les installations à l'arrêt depuis le 28 octobre, le réacteur avait été mis sous atmosphère d'azote, un flexible de 60 cm le raccordant au réseau N2 du site. Avant redémarrage de l'unité, une "tourné flexible" a été réalisée la veille pour déconnecter tous les flexibles des "points d'injection N2". L'un de ces derniers de 3/4" oublié lors des contrôles et qui s'est fissuré au redémarrage des installations est à l'origine de la fuite. La procédure utilisée pour la dépose des flexibles N2 ne prévoyait aucune check-list, mais simplement un plan mentionnant les points d'injection N2 dans l'unité. Lors d'un rapide contrôle visuel, le flexible concerné "tendu" pouvait être confondu avec une tuyauterie fixe, sa faible longueur lui empêchant de former une boucle contrairement aux autres flexibles qui eux n'ont pas été oubliés. L'équipe qui a installé les flexibles n'était pas la même que celle qui les a enlevés.

A la suite également de la rupture précédente d'un piquage sur un ballon avec fuite de 500 kg de propylène le 28/10/2006 (ARIA 32611) et d'une intervention de l'Inspection des installations classées le 15 novembre, l'exploitant propose plusieurs mesures correctrices techniques et organisationnelles : insertion d'une "check-list" dans la procédure encadrant la dépose des flexibles préalablement au redémarrage de l'unité pour éviter tout oubli, remplacement des flexibles existants par des flexibles résistant à la pression du réacteur, utilisation de flexibles plus longs pour les distinguer visuellement des canalisations permanentes...