



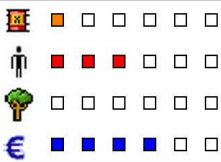
## Redémarrage des installations fonctionnant au gaz



### Explosion d'un surchauffeur au sein d'une unité de vapocraquage

ARIA N° 36496 - 15/07/2009 - 57 - Saint-Avoid

#### 20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base



Le surchauffeur A du vapocraqueur n° 1 d'une plate-forme pétrochimique explose vers 15 h. Sur les 8 personnes présentes, 2 sont tuées et 6 sont blessées. Des projections, de matériaux réfractaires essentiellement, atteignent des distances de l'ordre de la centaine de mètres et des morceaux dont la taille avoisine la cinquantaine de cm tombent à proximité immédiate du surchauffeur ; un nuage de poussière est visible en aplomb du site.

Le Plan d'Opération Interne est déclenché, l'atelier est évacué et 70 pompiers interviennent. Sur les 6 blessés hospitalisés (dont 2 sous-traitants en intervention), 5 regagnent leur domicile le soir même.

Aucun dommage ou autre impact n'est noté hors du site, hormis le bruit de la déflagration. Les mesures en continu de la qualité de l'air sur la zone sous les vents ne révéleront aucune anomalie. Le ministre de l'industrie et la secrétaire d'État chargée de l'écologie se sont rendus sur place.

De forme cylindrique de 5 m de diamètre et d'une vingtaine de mètres de hauteur ce surchauffeur de vapeur d'eau relié à une cheminée de même hauteur via un cône de liaison, ne contenait par ailleurs aucun produit toxique. L'explosion n'a pas été suivie d'incendie.

A la suite de violentes précipitations atmosphériques dans la nuit du 13 au 14 juillet et d'infiltrations d'eau ayant affecté un local technique et perturbé le Système de conduite SNCC (Système Numérique de Contrôle Commande), la ligne de vapocraquage n° 1 avait été arrêtée et mise en sécurité.

La procédure de redémarrage de cette ligne avait été lancée la veille de l'accident dans la matinée. Cette procédure est longue, le démarrage se faisant section par section.

Le 15 juillet, le surchauffeur A est réarmé vers 15 h en vue d'un réallumage manuel. Un opérateur vient avec une canne mobile pour allumer les pilotes quand le surchauffeur explose. Les corps de l'opérateur et d'un 2ème employé seront retrouvés sous les décombres résultant notamment de l'effondrement de la sole du surchauffeur.

Selon l'exploitant, l'accident résulterait de 2 causes distinctes:

- une accumulation de gaz inflammable dans les limites d'explosivité : les investigations menées privilégient l'hypothèse d'un passage de gaz vers un brûleur pendant la phase de démarrage et pendant l'opération d'allumage,
- une ignition du nuage par la canne d'allumage ou par un point chaud dans la zone de convection du surchauffeur.

D'autres sources d'ignition peuvent être envisagées (étincelle électrique, électricité statique, ...), mais ces 2 sources d'ignition apparaissent comme les plus plausibles. Certaines circonstances ont favorisé l'occurrence de l'accident dont la gravité des conséquences est due à la présence de personnels à proximité pendant la phase d'allumage :

- l'absence de balayage à la vapeur du surchauffeur préalablement à son réallumage tel que prévu dans le mode opératoire,
- l'entrée de gaz par un brûleur en l'absence de flamme sur le pilote associé,
- la barrière technique de sécurité qui interdit l'alimentation des brûleurs en l'absence de flamme sur le pilote n'était pas opérationnelle. Cette barrière est constituée d'un automatisme qui ferme les vannes d'alimentation en gaz si le détecteur de flamme n'a rien détecté 10 s après leur ouverture. A la suite de déclenchements intempestifs peu après son installation, cet automatisme aurait été désactivé en raison du faible nombre d'arrêts / démarrages prévus pour l'unité au cours de son cycle d'exploitation.

Des mesures d'urgence sont imposées à l'exploitant, conditionnant le redémarrage de la ligne vapocraquage : transmission du rapport d'accident, révision de l'étude des dangers relative à cette partie du vapocraqueur, contrôle du bon état des équipements impactés par un organisme agréé. L'exploitant met en place un automate d'asservissement rendant nécessaires toutes les étapes du démarrage (balayage vapeur, allumage pilote et brûleurs) et un tableau de contrôle permettant de lancer la séquence d'allumage à distance.

# Redémarrage des installations fonctionnant au gaz

Une explosion au redémarrage d'une installation thermique fonctionnant au gaz peut s'avérer dramatique comme pour le surchauffeur de Saint-Avoid (ARIA 36496) et ses 2 victimes. Souffle, onde thermique, chutes de structures, projections d'équipements ou de quantités importantes de fragments et de matériaux de construction, ainsi que bris de vitres collatérales sont à l'origine de nombreux accidents mortels et / ou ayant entraîné des blessés dans l'établissement sinistré (ARIA 164, 5132, 6082, 6189, 9878, 26252, 36496...) ou son environnement proche (ARIA 5132 / enfant tué dans un immeuble voisin...).

Au-delà des dommages humains et matériels dans l'unité sinistrée, les installations voisines peuvent aussi être impactées (ARIA 1466, 26252 / réservoirs de substances inflammables, unités de liquéfaction...), de même que l'habitat et l'environnement (ARIA 6189 / explosion d'un séparateur basse pression dans une raffinerie évaluée à l'équivalent de 90 kg de TNT perçue dans un rayon de 30 km, 26252 / bris de vitres des immeubles et commerces voisins...).

Pour n'en rester qu'aux seuls phénomènes explosifs, les événements recensés résultent principalement de la présence d'une atmosphère explosive de gaz combustible dans un espace clos, bâtiment abritant l'installation ou la chambre de combustion essentiellement, et de son inflammation brutale au contact d'un point chaud.

- **L'accumulation accidentelle du gaz dans l'espace clos** peut être consécutive à des défaillances
  - organisationnelles et humaines :
    - procédures non respectées et alimentation en gaz restée ouverte (ARIA 164...);
    - balayages insuffisants à la vapeur des gaz combustibles (ARIA 36496...);
    - ouvertures inappropriées de vanne (ARIA 3212, 6189...);
    - défauts de maintenance (ARIA 6343, 6560, 14666...);
    - mauvais couples de serrage sur les brides (ARIA 32174...);
    - modification d'installation inachevée ou mal réceptionnée (ARIA 3212...);
    - appareils de contrôle et sécurités hors service (ARIA 6343...).
  - matérielles :
    - clapet de détendeur (ARIA 6323), électrovannes (ARIA 3212...), composants électroniques de régulation du combustible (ARIA 6537...);
    - canalisations de mise à l'air libre (ARIA 6343...);
    - joints (ARIA 6560...);
    - soudure défailante ou phénomènes de corrosion (ARIA 1015, 14666...);
    - appareils de contrôle et automatismes (ARIA 6343, 32798, 36496...);
    - accessoires de sécurité mal dimensionnés (ARIA 32817 / Soupapes...).
- **Des difficultés d'allumage** peuvent en favoriser l'apparition et notamment :
  - des défauts de pré-ventilation (ARIA 6538...);
  - une trop faible pression de gaz aux injecteurs (ARIA 6347...);
  - des décrochages de flamme et multi démarrages (ARIA 5132, 6323, 28389, 32175, 36496...).

D'autres types d'évènements sont également répertoriés comme la vaporisation brutale du fluide caloporteur à la suite de fissures ou de ruptures sur des faisceaux d'échangeurs dans des générateurs de vapeur (ARIA 6082, 25754...).

Des accidents mettent aussi en lumière la nécessaire formation du personnel sur les risques spécifiques liés au démarrage des installations (ARIA 6189, 6343, 6538, 24354 / « procédure simplifiée » utilisée par les opérateurs...), l'existence de procédures et de consignes de contrôles adaptées à cette phase transitoire dans l'exploitation des installations (ARIA 32798...), l'établissement d'un suivi organisé des défaillances et de la maintenance préventive / corrective des équipements (ARIA 6189...), la réalisation d'audits de contrôle (ARIA 6189...), ainsi que l'amélioration des contrôles d'étanchéité des circuits et des accessoires de sécurité (ARIA 32817...).

A la suite de l'explosion de la chaufferie de Courbevoie (ARIA 5132) et prenant en compte l'accidentologie connue, un groupe d'experts étudie le retour d'expérience spécifique à la sécurité des chaudières alimentées au gaz. Ses principales recommandations et préconisations portent ainsi sur plusieurs points techniques et organisationnels concernant :

- la conception et la construction des installations (implantation des équipements, qualité des assemblages, emplacement des organes de sectionnement, moyens de détection de gaz...);
- leur exploitation, en marche normale des installations comme lors des phases transitoires, et leur entretien (sensibilisation des opérateurs à la spécificité des risques associés au redémarrage, procédures et consignes écrites rigoureuses avec suivi et contrôle de leur stricte application sur le terrain, entraînements et exercices...).

L'utilisation de moyens de surveillance, de détection et d'alarme appropriés à la cinétique des dérives possibles, de verrouillage ou de condamnation des commandes sensibles, ainsi que de dispositifs de mitigation pour limiter les conséquences des accidents sont également des éléments de nature à limiter les risques.





*Références complémentaires (fiches détaillées et synthèse) :*

- ARIA 5132 : explosion de la chaufferie de Courbevoie
- ARIA 24354 : explosion d'un four à gaz
- Accidentologie des chaufferies fonctionnant au gaz téléchargeable sur [www.aria.developpement-durable.gouv.fr](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr) - Septembre 2008





Les accidents dont le n° ARIA n'est pas souligné sont consultables sur  
[www.aria.developpement-durable.gouv.fr](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr)

    **ARIA 164 - 27/04/1989 - 39 - TAVAUX**





*20.13 - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base*  
Dans une usine chimique, un filtre électrostatique de dépeussierage à 696 plaques de 17,5x7,5x18 m sur une chaudière à charbon de 116 MW explose. L'accident intervient au redémarrage après un arrêt de 15 jours pour maintenance. Il provient de l'accumulation de 440 m<sup>3</sup> de gaz dans la chaudière à la suite de la non-fermeture de l'alimentation d'un brûleur de soutien (300 m<sup>3</sup>/h) ouverte 1 h 20 avant l'accident et découverte 1 h 30 après l'accident. Une vanne manuelle et 2 clapets automatiques sont restés ouverts (pas de contrôle visuel d'état, mise hors conduite automatique des clapets avec maintien du pilotage à air comprimé, message d'alerte non pris en compte). L'explosion fait 1 mort et 8 blessés parmi les opérateurs. Des bris de vitres et des projections sont constatés à 250 m. Les dégâts matériels sont estimés à 20 MF.

    **ARIA 1015 - 20/07/1989 - 13 - MARTIGUES**





*20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base*  
Une chaudière de 1962 produisant 100 t/h de vapeur à 82 bars et 475°C explose 3 jours après son redémarrage à la suite d'un arrêt de 3 mois pour maintenance. L'énergie développée sectionne 23 tubes sur 470 (acier A37, diamètres 63 à 76 mm, épaisseur 4 à 5 mm) à moins de 20 mm des ballons inférieurs et supérieurs. L'écran s'est ouvert et déplacé. Des débris de tube et de maçonnerie réfractaire sont projetés à 100 m et blessent légèrement 1 opérateur. Cet accident pourrait avoir pour origine l'éclatement simultané de plusieurs tubes corrodés (2 mm) par un dépôt acide (sulfates métalliques), en zone de jonction hétérogène, puis érodés par le percement de l'un d'eux. Le coût des réparations est évalué à 15 MF.

    **ARIA 3212 - 08/04/1991 - 71 - LE CREUSOT**

*25.30 - Fabrication de générateurs de vapeur, à l'exception des chaudières pour le chauffage central*  
Equipée d'un système de régulation automatique et exploitée sans surveillance permanente depuis le 8/2/91, une chaudière à eau surchauffée (19,2 MW, 160 °C, 11 bars) explose en phase de conduite manuelle lors d'une tentative de passage à une chaudière plus faible. L'accident est dû à une accumulation de gaz dans le foyer à la suite de l'ouverture intempestive de 2 électrovannes en série commandant l'alimentation des brûleurs : une défaillance électrique liée à un câblage antérieur, maintenu inopinément lors de la mise en place du système de conduite automatique, a conduit au déclenchement d'un relais de commande commun aux 2 vannes. Aucune victime n'est à déplorer. Les dommages matériels sont importants, mais circonscrits à l'unité.







    **ARIA 5132 - 30/03/1994 - 92 - COURBEVOIE**







*35.30 - Production et distribution de vapeur et d'air conditionné*  
Une explosion se produit à 1h30 dans une chaufferie urbaine (500 MW, 6 000 m<sup>2</sup>), l'énergie dissipée dans le sol est estimée à l'équivalent d'une charge de 50 kg de TNT. Mise en service en 1987, cette chaufferie comporte 5 chaudières (2 au charbon, 2 mixtes charbon/gaz et 1 au gaz). Au cours du poste précédent, plusieurs tentatives de démarrage d'une chaudière mixte échouent. Ne parvenant toujours pas à la redémarrer et les manomètres d'arrivée de gaz indiquant une pression nulle, le chef de quart de l'équipe de nuit donne l'instruction d'ouvrir les 2 vannes quart de tour de sectionnement de l'arrivée de gaz sur le circuit principal. La pression indiquée restant nulle, il demande alors au conducteur de chaudière d'ouvrir un obturateur guillotine puis une vanne papillon pour permettre l'alimentation de la chaudière mixte en gaz. Cette opération entraîne une fuite importante de gaz. Une chaudière au gaz est arrêtée d'urgence et 2 opérateurs sortent pour couper l'alimentation générale au poste de détente, à 110 m du bâtiment, lorsque l'explosion survient. L'un des 5 employés est tué. Une fillette de 10 ans habitant à 40 m de l'usine décèdera 4 jours plus tard des suites de ses blessures ; 59 autres riverains sont blessés. L'installation est ravagée. Les quartiers voisins subissent d'importants dommages, 600 personnes sont en chômage technique et 250 riverains sont à reloger. En attendant leur connexion sur des réseaux voisins 140 000 usagers et 2,2 Mm<sup>2</sup> de bureaux sont privés de chauffage et d'eau chaude. Le fonctionnement de grands réseaux informatiques climatisés par la centrale est perturbé. Les dommages sont évalués à 544 MF (83 M.euro). Selon les résultats de l'enquête, 3750 Nm<sup>3</sup> de gaz auraient été relâchés jusqu'à ce que le service du gaz coupe l'alimentation 30 min après l'explosion. Les manomètres défaillants auraient pu avoir été endommagés par une surpression antérieure à l'accident. Les interventions du chef de quart ne devaient être réalisées que par le service de maintenance ; en cas d'urgence, les opérateurs de la centrale devaient demander l'intervention du service du gaz. L'obturateur n'était pas conçu pour être manipulé sous pression et la vanne papillon en amont de l'obturateur guillotine aurait été manipulée par le conducteur de chaudière alors que l'obturateur était resté en position intermédiaire, position dans laquelle il n'est plus étanche car les brides sont légèrement écartées. Le nuage de gaz s'est alors enflammé au contact de la chaudière à charbon en service au moment du sinistre. Par ailleurs, aucun scénario de fuite et d'explosion de gaz n'était évoqué dans l'étude de dangers du site. Les risques liés aux poussières de charbon n'y étaient pas non plus abordés. Le comportement des poussières ont probablement contribué à la violence de l'explosion. Le 5 mai 2004, le juge d'instruction de la Cour d'appel de Versailles a conclu à un non-lieu.

    **ARIA 6082 - 08/12/1994 - 44 - BASSE-GOULAIN**

*10.13 - Préparation de produits à base de viande*  
Dans une charcuterie industrielle, une chaudière à tubes de fumées de 1 t/h de vapeur explose. Elle a une capacité de 2 790 l, une surface de chauffe de 27 m<sup>2</sup> et brûle du fuel domestique. Installée en 1979 pour alimenter 5 autocuiseurs, elle était timbrée à 10 bars. Un sifflement est entendu au niveau des soupapes juste avant l'explosion qui souffle le bâtiment de 200 m<sup>2</sup>. Trois employés sont tués (un corps est retrouvé à 250 m avec la face avant de la chaudière), 3 autres sont blessés dont l'un







est gravement atteint. Le corps de la chaudière (3 t) a été projeté à 150 m au nord, le tube foyer et un ballon d'eau chaude à 200 m au sud. La chaudière, arrêtée et vidangée pour entretien (soupape, vanne de vidange) 3 jours auparavant, avait redémarré le matin. Une cause possible de cet accident serait une intervention inadaptée par remplissage intempestif en eau froide du corps de chauffe, ayant déclenché une vaporisation brutale contre le tube de chauffe déjà porté à haute température. Un rapport d'expertise datant de 1995 indique qu'un dénoyage partiel du tube foyer peut conduire aux dommages constatés d'un point de vue énergétique. Ce rapport ne permet toutefois pas d'affirmer que le dénoyage soit la cause effective.







      **ARIA 6189 - 22/03/1987 - ROYAUME-UNI - GRANGEMOUTH**


*19.20 - Raffinage du pétrole*  
      Dans une raffinerie, un séparateur basse pression explose dans l'unité d'hydrocraquage en cours de redémarrage. L'explosion équivalente à celle de 90 kg de TNT est entendue et perçue dans un rayon de 30 km. Le gaz et les liquides inflammables rejetés (1 t d'hydrogène, 400 t d'hydrocarbure) s'embrasent et alimentent un incendie qui s'étendra sur 35 000 m<sup>2</sup>. Le bilan humain fait état d'un opérateur décédé et de 7 autres blessés. Les effets missiles de l'explosion menaçaient potentiellement 200 personnes. Les dommages matériels sont très importants, ils sont estimés à 7 MEuros à l'intérieur du site et à 7 KEuros à l'extérieur (bris de vitres, toitures endommagées...)







L'accident se produit alors que l'unité d'hydrocraquage est en cours de réglage lors d'un redémarrage après un arrêt de routine. L'ouverture manuelle inappropriée d'une vanne entre le séparateur haute pression (155 bars) et le séparateur basse pression (9 bars) provoque le transfert de liquide vers le séparateur basse pression dont les soupapes sont dimensionnées uniquement en rapport au risque incendie. Celles-ci sont donc insuffisantes pour évacuer l'excès de pression dans le séparateur basse pression (10 m de long, 3 m de diamètre, 200 kg) qui explose à une pression estimée de 50 bars. Par ailleurs, la vanne incriminée ne s'est pas fermée automatiquement car l'alarme de niveau très bas dans le séparateur haute pression avait été débranchée lors d'une modification intervenue dans l'unité plusieurs années plus tôt ; de plus les opérateurs ne se fiaient pas à l'indicateur de niveau principal mais préféraient se référer au tableau d'enregistrement du détecteur de secours, le décalage de cet enregistrement les a conduit à croire que le niveau dans le séparateur haute pression était normal.







Après l'accident, plusieurs mesures correctives sont prises : reconstruction de l'unité avec des soupapes correctement dimensionnées sur le séparateur basse pression et une meilleure instrumentation, mise en place de procédures visant à vider le liquide présent dans le séparateur haute pression lors des arrêts, établissement d'un système de suivi des défaillances et des maintenances sur les équipements et de la formation du personnel, réalisation d'audits plus fréquents et plus rigoureux...







      **ARIA 6323 - 29/01/1993 - 92 - CLICHY**

*35.30 - Production et distribution de vapeur et d'air conditionné*  
      Une chaudière à tubes d'eau (57 t/h, 24 bars) en service au gaz dans une centrale de chauffage urbain s'arrête à la suite d'une microcoupure électrique. L'autre chaudière, également en service, n'est pas arrêtée. A la suite d'un dysfonctionnement du clapet pilote du détendeur à ressort limitant la pression du circuit d'allumage, l'opérateur effectue 3 tentatives de remise en service avant de rétablir la pression en jouant sur l'ouverture d'un robinet et d'obtenir l'autorisation d'allumage au pupitre. Au cours du transfert de marche démarrage/normale, une explosion se produit peu après l'ouverture de la vanne d'alimentation principale. La chambre de combustion est détruite, le toit et un mur du bâtiment sont endommagés, mais aucune victime n'est à déplorer.

      **ARIA 6343 - 07/10/1994 - 69 - LYON**

*86.10 - Activités hospitalières*  
      Une explosion survient sur une chaudière de 20,88 MW alimentée au gaz et fonctionnant sous télé-surveillance. A la suite de la détection d'un défaut de fonctionnement du brûleur du générateur et de sa mise en sécurité, un technicien d'astreinte intervient dans la chaufferie afin d'effectuer des vérifications. Les appareils de contrôle réglementaires, hors service, ne permettent pas de déterminer la cause de la panne. Le technicien réarme néanmoins la séquence automatique de redémarrage ; l'explosion se produit 30 s après le début du pré-balayage (injection d'air dans le foyer). L'enquête révèle la présence de corps étrangers (particules métalliques et calamine) dans le filtre à gaz et les électrovannes de l'alimentation en gaz de la chaudière, une empreinte sur le clapet de la 1<sup>ère</sup> vanne (fuite ?), des pertes de charge importantes sur la canalisation de mise à l'air libre (22 m de long, 12 coudes à 90°). Ces anomalies ont semble-t-il permis l'écoulement du gaz dans le générateur pendant les 30 min qui ont suivi la mise en sécurité du brûleur. La tentative de redémarrage avec injection d'air dans le foyer a permis d'atteindre la limite supérieure d'explosivité et provoqué l'explosion dans la chambre de combustion.




      **ARIA 6537 - 07/02/1973 - BELGIQUE - FELUY**





*19.20 - Raffinage du pétrole*  
      Dans une centrale vapeur, une chaudière est exploitée en marche stable, à débit minimum, les brûleurs à gaz et à fuel étant simultanément en service. La conduite est en mode automatique, mais par suite du manque de fiabilité des mesures d'air comburant, les contrôles du débit en gaz et du régime de la soufflante sont passés en manuel pour équilibrer le régime selon la demande. Une panne de composant électronique de la régulation fuel entraîne l'ouverture en grand de la vanne de régulation, étouffant la combustion et générant une grande quantité d'imbrûlés qui obscurcissent les détecteurs de flammes et

causent la coupure générale de l'alimentation en fuel et gaz. Le ventilateur étant resté en marche, les imbrûlés atteignent alors la LSE et explosent.




    **ARIA 6538 - 15/06/1972 - NC -**





*19.20 - Raffinage du pétrole*

 Dans une centrale vapeur, des difficultés surviennent lors du démarrage d'une chaudière.  
 L'opérateur reprend la séquence de mise en marche, mais ne pré-ventile pas suffisamment. Le mélange air-gaz explose lors de la tentative de réallumage. L'opérateur est tué et la chaudière est détruite.  




    **ARIA 9878 - 04/09/1996 - 80 - HAM**


*24.42 - Métallurgie de l'aluminium*



 Une explosion se produit dans un four à gaz naturel utilisé pour le recuit de profilés d'aluminium.  
 Un opérateur réparant un équipement voisin est tué par la projection de la porte du four (1 t) et un électricien est grièvement brûlé. La toiture est partiellement détruite par l'éjection de la partie supérieure de l'installation et les débris sont éparpillés sur 50 m. L'arrivée du gaz est fermée. Il n'y a pas eu d'incendie. Une enquête judiciaire est effectuée.  


    **ARIA 14666 - 07/06/1996 - ALLEMAGNE - GELSENKIRCHEN**



*19.20 - Raffinage du pétrole*





 Dans une unité de fabrication d'oléfines d'une raffinerie, un séparateur explose, entraînant le dégagement d'éthane, d'éthylène, de méthane, et d'hydrogène, lors de la remise en service de l'installation de surgélation. D'autres conteneurs sous pression, des canalisations, des équipements de commande et de contrôle des procédés et la construction métallique sont endommagés. Le système d'arrêt d'urgence est déclenché, le dispositif de climatisation du poste de mesurage est dépressurisé, débranché, nettoyé et vidé. Les dommages matériels sont estimés à 3 millions de marks (soit 1,5 millions d'euros).  


L'explosion résulte d'une fissure interne (1600 mm) de l'équipement le long de la ligne de soudure (le métal de base est ferritique alors que la soudure est faite de métal austénitique). La corrosion induite par l'hydrogène résulte également des cycles de démarrage et d'arrêt imposés par la production. Par ailleurs, un défaut de maintenance pourrait être en cause.  




    **ARIA 19155 - 22/10/2000 - 03 - MOULINS**




*35.30 - Production et distribution de vapeur et d'air conditionné*

 Une surpression due probablement à une explosion dans la chambre de combustion arrache une grande partie du revêtement extérieur d'une chaudière de 6,9 MW en fonctionnement automatique au gaz de ville. La chaufferie est mise en sécurité par coupure de l'alimentation en gaz via la vanne extérieure. Les pompiers sont appelés mais n'ont pas à intervenir en l'absence d'incendie et de blessé. 3 jours auparavant, suite au remplacement du brûleur, tous les tests de sécurité sont réalisés. La chaudière était aussi utilisée comme appoint du système de cogénération. La veille, le brûleur gaz est mis en sécurité suite à une baisse de pression. Le chef de secteur demande l'arrêt de la cogénération et le fonctionnement de la chaudière seule. La chaudière est réenclenchée vers minuit. 2h30 plus tard, elle est mise en sécurité suite à un problème sur le brûleur. L'explosion intervient lors de la remise en route, 2 h après. Une enquête est effectuée pour déterminer les causes exactes.  





    **ARIA 24354 - 01/04/2003 - PAYS-BAS - GELEEN**

*20.1 - Fabrication de produits chimiques de base, de produits azotés et d'engrais, de matières plastiques de base et de caoutchouc synthétique*






 Sur un site chimique produisant de la mélamine, une explosion accidentelle se produit lors du redémarrage d'un four industriel alimenté au gaz naturel et aux gaz résiduels des autres unités. Les filtres encrassés par les gaz résiduels sont régulièrement nettoyés, ce qui implique l'arrêt et le redémarrage de l'installation. L'explosion souffle le couvercle du four sur lequel une équipe intervient. Le couvercle ainsi que les intervenants retombent dans le four (350 °C). Les 3 employés sont tués. Afin de raccourcir cet arrêt, les opérateurs avaient défini une procédure de redémarrage rapide, ignorant ainsi des consignes et prescriptions de sécurité. Cette procédure rapide qui avait déjà été employée auparavant, consistait à remplir le four avec un mélange stoechiométrique de gaz et d'air. L'inflammation du mélange a probablement été initiée par une étincelle provenant d'un ventilateur électrique démarré par un opérateur quelques instants avant l'explosion. Une enquête est effectuée pour déterminer les causes de l'accident. Les dégâts matériels et les pertes d'exploitations sont estimées à plusieurs millions d'euros.  


    **ARIA 25754 - 28/11/1984 - 76 - LE HAVRE**

*35.13 - Distribution d'électricité*






 Une explosion se produit sur une chaudière neuve dans une centrale thermique (10 t de vapeur/h). Cette chaudière auxiliaire était destinée à compléter la fourniture de vapeur nécessaire au réchauffage du fioul lourd des stockages et au refroidissement des brûleurs de la tranche 3. C'est une chaudière à tube foyer ondulé et à 3 parcours de fumées. Les gaz de combustion sont dirigés vers l'arrière de la chaudière puis ramenés vers l'avant par les tubes de fumée inférieurs avant d'être renvoyés vers la cheminée située à l'arrière par l'intermédiaire des tubes supérieurs. Elle devait fonctionner au tampon sur le réseau, en parallèle avec une autre chaudière de même type (arrêtée le jour de l'accident) et avec des transformateurs de vapeur fabriquant de la vapeur de soutirage des turboalternateurs. L'accident se produit à la fin des essais de mise  
  


en route de la chaudière qui était surveillée par un technicien de la société de fabrication du produit et de 2 techniciens de la chaufferie. Lors de l'accident, une extrémité du tube foyer s'est séparée de la plaque tubulaire en créant une brèche sur la face arrière de la chaudière. L'eau contenue dans la chaudière, sous l'action de la vaporisation instantanée de la vapeur sous pression (environ 13 bars), s'est échappée par cette brèche, propulsant par réaction la chaudière une dizaine de mètres en arrière et provoquant son encastrement dans le dégraisseur d'une chaudière de 250 MW. La vapeur s'échappant de la chaudière a traversé la travée de manutention, soufflé le mur de l'atelier mécanique et en se vaporisant partiellement à la pression atmosphérique, a occupé un volume beaucoup plus important, provoquant des brûlures au personnel occupant cet atelier. Le bilan de l'explosion est de 1 mort et de 17 blessés ; tous se trouvaient dans l'atelier de mécanique. Bien que pour certains codes de calcul, les caractéristiques de la chaudière ne soient pas acceptables, cette dernière était néanmoins conforme aux règles du code ISO et de la norme française NFE 32.104. Des hydrocarbures plus lourds que l'eau à la température de fonctionnement de la chaudière étaient présents dans l'eau d'alimentation. Ils se déposent sur le tube foyer ce qui provoquerait le passage à la vaporisation en film et donc une élévation de la température du métal qui devient supérieur à la température maximale de garantie des caractéristiques de l'acier employé. Il existe en effet des possibilités de pollution du circuit vapeur par du fioul ou cours de son réchauffage : lors de la récupération des condensats de vapeur, il peut être admis dans les bâches qui servent à l'alimentation de la chaudière. Les conditions réelles de fonctionnement au moment de l'explosion n'étant pas connues avec certitude, la conjugaison de la présence de fioul dans l'eau d'alimentation et des caractéristiques limites de calcul fait que l'accident a eu lieu.

     **ARIA 25923 - 18/11/2003 - 57 - HAUCONCOURT**

**46.71 - Commerce de gros de combustibles et de produits annexes**  
 Dans un centre emplisseur de GPL, vers 14h15, un employé du site effectue un perçage dans le local technique "automate" situé dans une zone hors risque gaz : Il dessert entre autres le bâtiment administratif par 3 gaines électriques accolées débouchant dans le vide sanitaire. Lors du perçage, un flash se produit et brûle l'employé qui actionne l'arrêt d'urgence le plus proche. Le dispositif met en sécurité le site (arrêt des installations et arrosage automatique des zones sensibles). Les employés maîtrisent ce début d'incendie rapidement. L'un d'eux soulève une plaque de plancher du local puis une autre avant d'être brûlé par un second flash rapidement maîtrisé avec des extincteurs à poudre. Les 2 employés blessés sont hospitalisés (brûlures au visage, aux mains...). Le local est endommagé et l'activité du centre est momentanément interrompue. Après vérifications, les installations de sécurité sont réalimentées normalement vers 19 h.

L'accident serait dû à une fuite sur la canalisation de propane alimentant la chaudière de chauffage du bâtiment administratif. La tuyauterie en cuivre (diam: 22 mm) chemine en aérien depuis la citerne de stockage (11,6 m<sup>3</sup>, pour chauffage bâtiment administratif + hall emplissage, alimentation directe depuis hall emplissage) puis en enterré (diamètre : 14 mm) et, via le vide sanitaire, débouche dans le local chaudière : un raccord vissé dans la partie enterrée était rompu, provoquant la fuite et l'accumulation de gaz dans le sol, le long de la gaine jusqu'au vide sanitaire. De là, il s'est acheminé dans les gaines électriques, non obturées, vers le local automate. La perceuse a constitué le point d'ignition du 1er flash. Dans le second cas, un point chaud a pu subsister et le soulèvement des plaques a pu constituer un appel d'air conduisant à la réinflammation du gaz restant. Sur proposition de l'inspection, un arrêté préfectoral de mise en demeure demande notamment la vérification périodique des canalisations, le suivi des contrôles de résistance et d'étanchéité, la mise à jour du POI. L'exploitant envisage les mesures suivantes sur site : mise en place d'une citerne de 1,7m<sup>3</sup> dédiée au chauffage du bâtiment administratif, remplissage des citernes de chauffage par camion. Il prévoit sur l'ensemble de ses sites : le recensement des canalisations enterrées puis un programme de passage de celles-ci en aérien, une campagne d'obturation des gaines d'alimentation électrique hors zone.

     **ARIA 26252 - 19/01/2004 - ALGERIE - SKIKDA**


**19.20 - Raffinage du pétrole**  
 Une explosion se produit vers 18h40 dans un complexe pétrochimique portuaire, situé sur la côte et comprenant 6 unités de traitement de gaz et d'hydrocarbures ; 12 000 personnes travaillent sur ce site qui est en partie alimenté par du gaz et du pétrole en provenance du Sahara.

L'accident se produit dans l'unité traitant du gaz naturel (GNL), à la suite de l'explosion d'une chaudière à haute pression fabriquant de la vapeur. Sous la violence de l'explosion, des réservoirs de substances inflammables à proximité sont endommagés à leur tour : les fuites qui en résultent provoquent l'extension de l'incendie en différents foyers et de nouvelles explosions (effet domino). Le souffle de l'explosion, entendue à 10 km à la ronde, brise les vitres d'immeubles et commerces du voisinage. Une cellule de crise est mise en place par l'exploitant et le ministère de l'intérieur, le préfet local (" wali") déclenche l'équivalent du PPI. Les secours doivent lutter environ 8 h pour maîtriser l'incendie.


Le bilan final est très lourd: 27 victimes parmi les employés dont 9 gardiens ou agents de sécurité situés dans un poste proche et 74 blessés (dont 43 sortiront le lendemain après examens). La plupart des décès est liée aux effets de surpression ou de projection et effondrements de structures.

L'estimation des dégâts matériels se monte à 800 M de dollars. 3 des 6 unités de liquéfaction sont détruites. Des débris sont projetés jusqu'à 250 m du point de l'explosion mais les dégâts restent limités au site.

Selon un des témoins, des bruits anormaux correspondant à des vibrations ou à des fuites sur soupapes auraient été entendus avant l'explosion violente. L'unité (" train 40") où s'est produite l'explosion, semblait présenter des anomalies de fonctionnement régulières. Suite à une fuite importante signalée par un agent de maintenance qui décèdera dans l'explosion, un mélange d'air et d'hydrocarbures gazeux aurait été aspiré par l'entrée d'air de la chaudière du train n°40 provoquant une première explosion à l'intérieur de cette dernière, suivie d'une seconde déflagration à l'extérieur puis d'un incendie détruisant les "trains" n°20 et 30 voisins espacés de 60 m les uns des autres.


       **ARIA 32777 - 05/02/2007 - 45 - SAINT-JEAN-DE-LA-RUELLE**

*35.2 - Production et distribution de combustibles gazeux*

       Une entreprise de travaux publics qui effectue des travaux de terrassement avec une pelle mécanique, accroche le branchement d'une chaufferie fonctionnant au gaz naturel, provoquant une explosion puis un incendie. La canalisation a été arrachée au niveau de la bride d'entrée du poste. La chaufferie, mitoyenne à un immeuble, est semi-enterrée. La société avait fait une demande d'intention de commencement de travaux (DICT) auprès du service du gaz et possédait un plan des réseaux. Un pompier déclare avoir vu les flammes sortir de la gaine technique dans la chaufferie. Le gaz se serait vraisemblablement propagé via le fourreau en PVC entourant le tuyau arraché et aurait diffusé à travers une fissure de la gaine technique vers le local chaufferie. La chaufferie, utilisant des brûleurs atmosphériques, est approvisionnée en air par une gaine qui descend au sol, la ventilation supérieure étant constituée d'une cheminée de 2mx2m qui prend racine au niveau du plafond plat. Le gaz s'est enflammé au contact d'un moteur électrique ou de la flamme d'un brûleur. Six personnes dont 4 ouvriers travaillant sur le chantier sont légèrement blessées.

       **ARIA 32817 - 29/11/2006 - 77 - GRANDPUITS-BAILLY-CARROIS**

*20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais*

       Dans une usine chimique, une explosion et une fuite enflammée se produisent au niveau de la bride d'une soupape sur le turbocompresseur de l'atelier de fabrication d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) en cours de redémarrage. Les détecteurs hydrogène et l'alarme incendie alertent la salle de contrôle qui met aussitôt l'atelier en sécurité. L'équipe d'intervention éteint rapidement le sinistre. Le POI n'est pas déclenché.

L'accident ne fait pas de victime, l'opérateur présent à proximité ayant pu fuir juste avant l'explosion, après avoir entendu le sifflement dû au rejet de gaz de synthèse composé à 70 % d'hydrogène (débit de 15 000 Nm<sup>3</sup>/h). Les conséquences matérielles concernent l'environnement direct du turbocompresseur : cablagés électriques, bardages fondus, calorifuge de canalisations fortement endommagé... L'unité de fabrication d'ammoniac sera arrêtée pendant plus d'un mois.

Cinq jours avant l'accident, un problème lié au défaut d'absorption de CO<sub>2</sub> au niveau de la colonne de décarbonation de l'unité de production de NH<sub>3</sub> alors en redémarrage conduit les opérateurs à ouvrir la mise à l'air en aval de la colonne avant le déclenchement de la sécurité de température haute. Cette mise à l'air trop importante (erreur opératoire), entraîne la chute de la pression d'aspiration du turbocompresseur de synthèse de NH<sub>3</sub> et l'activation de l'arrêt d'urgence de l'atelier. La soupape sur la ligne entre le turbocompresseur et le réacteur de méthanisation est alors sollicitée sur pression haute et s'ouvre sans que les opérateurs ne le remarquent. Les jours suivants, la production reprend mais un bilan des gaz de synthèse anormal conduit l'exploitant à mener de plus amples investigations et découvre que la soupape précédemment sollicitée n'est plus étanche : elle laisse s'échapper les gaz via une cheminée haute de 47 m. L'atelier est arrêté une nouvelle fois pour permettre le remplacement de la soupape incriminée.

L'unité redémarre une nouvelle fois. L'amorçage de la réaction de méthanation intervient à 22 h ; le turbocompresseur de synthèse démarre à 1h30 ; l'accident se produit à 3h14 sur la bride de la soupape nouvellement en place (diamètre 6" soit environ 150 mm).

L'accident serait dû à un sous-tirage de la soupape qui, sollicitée lors du démarrage, aurait "battu", entraînant des vibrations à l'origine du desserrage rapide des écrous de la bride. Par ailleurs, ceux-ci étaient vraisemblablement insuffisamment serrés. Le défaut de traçabilité des opérations de jointage (couple de serrage) est également mis en avant.

Au titre du retour d'expérience, la société en charge du retirage des soupapes devra faire l'objet d'un agrément par le service inspection de l'usine, les procédures de jointage sont améliorées, les cahiers des charges concernant le jointage et la révision des soupapes sont renforcés, un capteur de pression supplémentaire est mis en place...