



expompierdu60

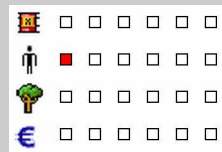


Fonctionnement en mode dégradé

Décomposition thermique d'engrais dans un sécheur

ARIA 37825 - 08/02/2010 - 60 - Ribécourt-Dreslincourt

20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais



Observant des fumées jaunes à la cheminée d'une unité de séchage en aval du granulateur d'une usine d'engrais, un employé alerte un opérateur en salle de contrôle ; le ventilateur d'extraction de l'atelier est stoppé à 10h30 pour limiter les rejets gazeux nitrés et chlorés qui envahissent alors l'atelier. Un opérateur incommodé sera hospitalisé quelques heures par précaution. Le POI est déclenché à 10h58, les pompiers interviennent à 11h10. Le sécheur est démarré et noyé, l'incident est maîtrisé à 12h34. L'appareil est vidangé, les eaux d'extinction sont collectées dans une cuvette de rétention, les boues récupérées étant recyclées dans la semaine. Quelques centaines de kg de granulats se sont

décomposés ; les 20 t de charge sont recyclées dans la nuit.

La décomposition thermique s'est produite dans un sécheur, tube rotatif alimenté en air chaud par un générateur au gaz naturel de 7 MW., contenant 20 t de granulats sur lesquelles est pulvérisée une bouillie de phosphate d'ammonium obtenue par réaction chimique entre de l'acide phosphorique (H_3PO_4) et de l'ammoniac (NH_3). L'exploitant envisage une surchauffe accidentelle, l'engrais NPK 11-11-32 n'étant pas sujet à décomposition auto-entretenue (DAE). L'unité était à l'arrêt pour maintenance d'un transporteur à chaînes. Les consignes opératoires auraient été respectées pour cette intervention, la boucle de granulation contenant de la matière sèche, le brûleur étant réglé au minimum (35 %) et le tambour-sécheur n'étant plus en rotation.

A la suite d'une température de production trop haute ($> 300\text{ °C}$), la température « entrée sécheur », également anormalement élevée, a dépassé celle de début de décomposition de l'engrais sec ($> 170\text{ °C}$). Ce déséquilibre thermique est dû à l'utilisation d'un H_3PO_4 à 38 %, plus dilué que la normale (53 %). Avec une bouillie riche en eau à évaporer, la température des gaz en sortie du réacteur régulée à 110 °C a diminué, celle de l'air de séchage augmentant automatiquement en compensation jusqu'à 300 °C en dépassant ainsi les 240 °C habituels. Aucune alarme ne s'est activée, la valeur de 300 °C restant inférieure au seuil de 370 °C des sondes de température « entrée air chaud ». Le sécheur a ensuite mis plus de temps pour se refroidir.

La dilution de l'acide résulte d'un incident 10 jours plus tôt impliquant les 3 réservoirs d' H_3PO_4 de l'unité, 2 d'acide à 53 % et un d'acide dilué ($< 30\text{ %}$) corrodé. Sa virole fuyant à 1,5 m du fond, son contenu avait été transféré dans les 2 autres réservoirs diluant ainsi l'acide utilisé en fabrication.

L'exploitant modifie ses standards de fabrication en intégrant un seuil d'alarme « température entrée air chaud » adapté à chaque fabrication (260 °C pour les engrais ammonitrés), ainsi que sa procédure d'arrêt maintenance en spécifiant les contrôles et seuils de température liés aux étapes nécessaires à l'arrêt de l'installation et une fiche réflexe POI pour interdire l'arrêt de la ventilation en cas d'émission de gaz toxiques.

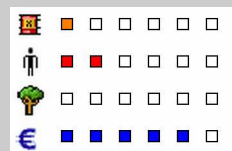


photo : Do Visser / De Gelderlander / D.R.

Explosion de vapeurs d'éthanol dans un filtre à bande sous vide

ARIA 40097 - 11/07/2009 - Pays-Bas - Nimègue

20.59 - Fabrication d'autres produits chimiques n.c.a.



Dans une usine chimique fabriquant principalement des dérivés de cellulose, une explosion suivie d'un incendie se produit vers 16 h lors du redémarrage d'une ligne de production interrompue pendant 9 h à la suite d'une panne.

La mise en service du filtre à bande sous vide par le chef d'équipe provoque l'explosion suivie de plusieurs débuts d'incendies en plusieurs points de la ligne. Un employé de 52 ans est gravement blessé ; malgré sa prise en charge rapide par les pompiers, il décèdera dans la soirée des suites de ses blessures.

L'incendie qui durera 38 h, provoque d'épaisses fumées noires ; les espaces publics sont fermés dans un rayon de 3 km et les riverains sont invités à se confiner chez eux. La navigation fluviale sur le WAAL est interrompue pendant plusieurs heures. Un bateau-pompe protège des cuves d'acide et des réservoirs d'hydrogène. En soirée, le maire annonce que l'analyse des fumées permet d'écartier tout risque sanitaire.

La procédure encadrant le fonctionnement du filtre à bande date de 2005 ; elle précise qu'il doit être purgé à l'azote au maximum pendant 2 h avant redémarrage. Toutefois, les opérateurs indiquent qu'en pratique, la purge n'était effectuée que si les portes du filtre avaient été ouvertes. Dans le cas contraire et même en cas d'arrêt prolongé du filtre, aucune purge n'était lancée. Il était « supposé » que l'atmosphère du filtre était saturée en éthanol et donc au-dessus de la limite supérieure d'explosivité (LSE).

Le jour de l'accident, la température dans l'espace clos du filtre à bande sous vide est comprise entre 24 et 35 °C, conduisant à un pourcentage volumique de vapeurs d'éthanol entre 5 et 15 %. Le ratio stœchiométrique de réaction de l'éthanol avec l'oxygène est de 5,6 % en volume. Une atmosphère explosive s'est ainsi enflammée avec une énergie d'activation faible, provoquant une forte explosion. La quantité de vapeur d'éthanol dans le filtre est estimée à 100 m³ (avec environ 300 kg d'éthanol liquide).

Un scénario d'explosion dans le filtre avait été étudié ; ses effets théoriques ne dépassaient pas l'enceinte. Cet accident montre que la puissance des explosions de vapeurs de solvant est souvent sous-évaluée et les sources possibles d'ignition d'atmosphères explosibles (ATEX) mal étudiées. Il souligne l'importance de l'identification et de la gestion des situations dégradées de fonctionnement, ainsi que des mesures de prévention des ATEX dont l'inertage.

L'assurance évalue les dommages internes à 50 millions d'euros. L'entreprise licencie ses 65 employés et transfère sa production en Chine. L'inspection du travail demande à une autre usine produisant du CMC à 25 km de revoir son plan de prévention des explosions et les mesures de protection correspondantes.

Fonctionnement en mode dégradé

L'expression « fonctionnement en mode dégradé » qualifie la situation d'un système dont l'exploitation est poursuivie ou dont on essaie de poursuivre l'exploitation sans pour autant disposer de toutes les ressources fonctionnelles nécessaires ou normalement prévues à l'issue de son analyse des risques, que ces ressources soient organisationnelles ou techniques : personnes compétentes et en nombre suffisant, disponibilité d'un équipement, d'une utilité ou d'une fonction, manque de matières premières ou consommables...

La poursuite même temporaire de l'exploitation dans ces conditions, sans étude des implications par l'analyse des risques (ARIA 5611 / poursuite du fonctionnement malgré les fuites de cyclohexane), ni définition et mise en œuvre de mesures compensatoires spécifiques (ARIA 7022 / fonctionnement sans circuit de refroidissement, sans azote, ni cuve de secours) dans le cadre d'une organisation particulière nécessitant au moins l'information de l'ensemble des personnes concernées : encadrement, opérateurs, sous-traitants...(ARIA 37440 / information des opérateurs qui devaient utiliser sur place une jauge mécanique et ceux de la salle de contrôle en raison de la panne du système de mesure de niveau) expose les acteurs à des « aventures » dont ils n'appréhendent pas réellement les conséquences. La dérive des conditions de fonctionnement peut en effet s'avérer dangereuse, la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement, ne dépendant alors que de réactions improvisées et plus ou moins pertinentes, en fonction des informations et des moyens dont disposent en temps réel les personnes susceptibles d'en prendre conscience et d'agir en temps utile (ARIA 3536 / intervention improvisée sur le système de conduite de l'unité, 7022 / pas de sirène, ni plan de secours...).

L'exploitant du système peut être conscient de ce fonctionnement dégradé et de la nécessité de mettre en place des mesures compensatoires correspondant à un niveau de risques comparable à celui de référence. Compte tenu de l'importance d'autres contraintes, techniques (ARIA 5611 / nécessiter d'interrompre durablement la production pour réparer le réacteur) ou économiques (ARIA 7022 / risque de perte de marché), il peut aussi sous-estimer les risques à la suite d'une analyse sommaire et mettre en place des mesures insuffisantes (ARIA 717 / panne de groupe de réfrigération, réduction de la production au minimum et envoi d'ammoniac chaud dans un réservoir cryogénique).

Il peut enfin ne pas disposer du temps nécessaire pour réaliser cette analyse et prendre des dispositions appropriées lorsque le fonctionnement dégradé est identifié ; les événements à dynamique rapide comme les emballements de réactions sont à ce titre tout particulièrement visés (ARIA 7135 / accident générique emballement réaction phénol – formol à la suite d'un refroidissement insuffisant du réacteur...). Ce type de situations révèle souvent une insuffisance d'analyse initiale des risques, une prise en compte insuffisante du REX (ARIA 7135 / réaction mise en œuvre depuis des dizaines d'années...) ou l'apparition de dérives non détectées par rapport au référentiel utilisé (ARIA 37902 / opérateurs n'utilisant pas les dispositions définies dans le référentiel de sûreté...).

A défaut de réaction appropriée pour retrouver au plus tôt une situation normale ou « restaurée », le fonctionnement en mode dégradé, fonctionnement partiel, en sur-régime ou a contrario au ralenti peut entraîner la perte de « maîtrise du procédé » (ARIA 20382 apport trop important de gaz résiduels pour augmenter le régime de fonctionnement de la chaudière, 19295 / unité fonctionnant au ralenti en prévision d'une réparation...).

La base de données ARIA répertorie ainsi de nombreux accidents impliquant un mode de fonctionnement dégradé connu de l'exploitant et trouvant son origine dans des défaillances matérielles, mais aussi et surtout organisationnelles et humaines :

- « Sécurité papier » privilégiée au détriment des contrôles de terrain : ARIA 34990 / importante corrosion de canalisations d'essence insuffisamment surveillée car jugée acceptable par un organisme spécialisé, l'insuffisance de diagnostic entraînant retard et insuffisance d'entretien des installations...
- Normalisation de dérives : ARIA 25900 / cuvettes utilisées comme stockage / fonctionnement dégradé devenu une habitude, 30304, 37902 / non-utilisation d'un dispositif de sécurité qui gêne des manœuvres...
- Dégradations volontaires de la sécurité des installations : ARIA 25900 & 32484 / mode manuel, inhibition d'alarmes...
- Phénomène de « vieillissement » et entretien insuffisant (ARIA 24923...);
- Installation à caractère « provisoire » ou modification inappropriée / réparation différée, incomplète (ARIA 37597 / réparation retardée après une mauvaise évaluation) ou réalisée dans l'« urgence » (ARIA 595, 608, 5118, 5611 / encadrement en sous-effectif, modification momentanée et improvisée des installations, pas de tests..., 6958 / tour de sulfitation alimentée temporairement par camion-citerne de SO₂, le temps de réparer un four à soufre 19122, 37476, 37597 / mauvaise évaluation de l'état des installations, optimisme exagéré sur la durée de service avant la prochaine réparation, 21460 / remise en service d'une installation avant réparation complète...);
- Surexploitation de l'installation ou mise en œuvre de charges excessives : ARIA 5791, 7043, 7879, 20382, 30304, 36349, 36387, 37825 / charge thermique excessive liée à la quantité d'eau à évaporer...
- Défauts de conception avec des automatismes partiels, une redondance insuffisante des dispositifs de sécurité, des sécurités non positives, des matériaux inadaptés : ARIA 608, 3536 / automatisation partielle de l'arrêt d'urgence de l'unité, dispositifs de commande et de sécurité non indépendants, 31691 / non-indépendance des fonctions de régulation / sécurité, sécurité non positive, 32814, 34990 / revêtement de tuyauterie mal adapté à la corrosion marine, 37088, 37720 / dispositif d'alarme à améliorer, matériau de la tuyauterie inadapté...
- Mauvais dimensionnement (ARIA 19119...) ou usure prématurée (ARIA 5611 / rupture par cisaillement des soufflets...);

- Défaillance d'un équipement ou d'une fonction (ARIA 636, 3536 / défaillance d'une carte d'automate, 4687, 24020 / dérive progressive des paramètres du procédé, équipements HS et non réparés, 24923, 36877, 37440 / contrôle de niveau automatique hors service, 37720 / cuvette de rétention non étanche et en réparation...), de l'instrumentation avec retours d'information tardifs ou insuffisants et manque de sécurité positive : ARIA 25900 / mise hors service d'alarmes, 31691 / capteur de pression défaillant, 32016 / télétransmission hors service depuis quelques jours...
- Manque d'étanchéité, blocage, colmatage : ARIA 3536 / vannes de régulation par nature non étanches, 25900 / cuvette de rétention reliée au réseau des eaux pluviales...
- Causes externes matérielles (ARIA 32679 / rupture d'alimentation électrique sur réseau allemand perturbant le réseau français...);
- Agression d'origine naturelle : ARIA 17321 / tempête et inondation du site, 32240, 34990 / brouillards salins corrosifs, 37720 ;
- Acte de malveillance : ARIA 32016.

L'accidentologie disponible montre aussi nombre de cas où les mesures compensatoires sont absentes ou insuffisantes en raison notamment d'une :

- Analyse des risques sommaire ou insuffisante : ARIA 174, 608, 5118, 6958 / mise en place de moyens de raccordement sans analyse réelle des risques de fuite de SO₂ sur une bride, 7879, 19145, 21315, 24020 / risque de décomposition thermique non identifié, domaine de sécurité du procédé mal défini et « bouchon de mousse » empêchant la rupture d'un disque de sécurité, 25900 / cuvette de rétention reliée au réseau des eaux pluviales, 31691 / débris de verre colmatant un piquage, 36387, 37476... Les phases transitoires d'un procédé et opérations ponctuelles ou exceptionnelles étant particulièrement concernées : ARIA 636, 13099, 19117, 19119, 32440, 36368, 36490, 36797, 36877, 37087, 37088, 37476... ;
- Conception / ergonomie des équipements ou postes de travail : ARIA 174, 608, 636, 19117, 19119, 20507, 21315, 37087, 37088, 37440 / jauge mécanique locale ; moyen de dépannage peu commode... ;
- Consignes et procédures inexistantes (ARIA 24020), incomplètes, inadaptées ou non respectées : ARIA 636, 753, 3536 / manque de clarté des procédures et consignes, 4687, 5118, 7879, 17152, 19117, 20507, 25900 / absence de consigne de travaux, dispositifs de mesure rendus inopérant, 36368, 36490, 36877, 36881... ;
- Mauvaise gestion interne : ARIA 32016 / plus de pièce détachée en stock... ;
- Surveillance et contrôles insuffisants : ARIA 753, 4687, 15725 / réparation à la hâte pour une dernière campagne de production, épreuve à l'eau alors que le réservoir stocke de l'acide phosphorique de densité supérieure, 24020 / dérive progressive des paramètres du procédé non détectée, 34990 / corrosion insuffisamment surveillée... ;
- Insuffisance de diagnostic, retard d'entretien (ARIA 34990 / canalisations d'essence corrodées insuffisamment surveillées car jugées acceptables par un organisme spécialisé, l'insuffisance de diagnostic entraîne retard et manque d'entretien des installations... Cet accident donne lieu pour d'autres canalisations du site à la définition de nouvelles mesures compensatoires) ;
- Erreur de diagnostic, événements précurseurs mal analysés, retour d'expérience insuffisant : ARIA 21315, 24923, 31691 / piquage de vidange colmaté depuis 3 semaines resté sans suite, fuite de bichlorure de soufre lors d'une maintenance, 37440 / contrôle de niveau automatique HS remplacé par des rondes avec relevés en local et débordement du bac et UVCE, opérateurs en salle de contrôle non sensibilisés ne prenant pas en compte les prémices de débordement d'un bac, 37597 / mauvaise évaluation de l'état des installations... ;
- Intervention humaine malheureuse, précipitée ou inadaptée, par manque de formation ou plus grave réalisée par du personnel non équipé, habilité ou qualifié : ARIA 636, 3536 / système centralisé des commandes accessible à toute personne habilitée ou non, 4687, 5118, 7879, 13099, 17152, 19117, 19145, 21304, 21315, 36797... ;
- Absence de plan d'intervention : ARIA 25900...

Tout d'abord, il s'agit de définir préalablement dans l'analyse de risques initiale les conditions d'exploitation particulières en prenant en compte les différentes situations dangereuses, en identifiant les phases stables du procédé et les modalités de repli vers ces états. Cette analyse constitue un élément essentiel pour les mécanismes accidentels à cinétique rapide qui laissent peu de latitude pour réagir si la situation dégradée n'a pas été examinée préalablement : ARIA 3536 / décomposition thermique, 7135 / emballement de réaction...

Si toutes les phases de la vie d'une installation sont susceptibles d'être concernées et en premier lieu leur exploitation en production au quotidien, leur maintien en service durant des phases d'entretien ou lors de travaux constitue souvent une circonstance aggravante : ARIA 5611 / installation modifiée en by-passant un réacteur en réparation, 6958 / alimentation provisoire par camion, le four étant en réparation, 13099, 21315, 21460 / équipement remis en service sans avoir été totalement réparé, 24020 / agitateur arrêté depuis 48 h pour maintenance, 25900 / cuvettes de rétention utilisées comme capacités de stockage durant des travaux, 31691 / maintenance en cours d'un capteur, 37476, 37720 / cuvette de rétention en réfection et dont le liner anti-acide avait été momentanément enlevé...

Les causes multiples parfois évoquées dans la genèse d'accidents sont ici très souvent présentes comme le montrent les événements illustratifs généralement cités à plusieurs reprises dans les paragraphes précédents. L'exploitant peut alors décider de poursuivre ses activités à tout prix avec les moyens disponibles, ou au contraire de les réduire aux seules « fonctions indispensables » au maintien en sécurité de ses installations, fonctions elles-mêmes susceptibles d'être amoindries ou de se dégrader au fil du temps, notamment à la suite d'une défaillance possible des moyens de secours utilisés ou disponibles : groupe électrogène, onduleur, refroidissement...



A défaut de pouvoir éviter le fonctionnement dégradé par des dispositions appropriées telles qu'entretien préventif ou par des mesures organisationnelles de type détection précoce de signaux faibles, un plan de marche spécifique, dépassant les seules contraintes économiques, doit être défini pour la poursuite de l'exploitation à un niveau de sécurité comparable à celui de référence. Ce plan, qui mérite d'être proportionné aux enjeux, comporte généralement un suivi renforcé de l'état de dégradation de la fonction affectée, la mise en place de moyens palliatifs et un suivi attentif de leur efficacité. Cela suppose davantage de contrôles sur les installations et équipements sensibles, impliquant généralement les moyens humains et matériels complémentaires (ARIA 34990 / renforcement des mesures de surveillance, 37597 / surveillance quotidienne). La définition des mesures compensatoires peut utilement porter sur la prévention des événements redoutés, mais aussi sur les mesures de mitigation et d'intervention en cas d'incident ou d'accident, notamment lorsque la prévention se trouve affaiblie (ARIA 37597 / barrages de sable dans la rétention, pompage régulier des hydrocarbures, caniveau pour canaliser les écoulements, remplacement de la couche superficielle de graviers pollués...).

Au-delà des mesures purement techniques et pour éviter autant que possible la prise de décisions improvisées, une formation adaptée des acteurs (encadrement compris) pour intervenir en « situation de crise » complètera utilement les seuls moyens matériels existants.



Références complémentaires :


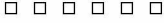
- Fiches détaillées ARIA 717, 3536, 5611, 5620, 7022 et 24020.

Les accidents dont le n° ARIA n'est pas souligné sont consultables sur
www.aria.developpement-durable.gouv.fr

  **ARIA 717 - 20/03/1989 - LITUANIE - JONOVA**

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


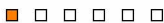
  Dans une usine d'engrais en service depuis 1969 et située à 12 km d'une ville de 40 000 habitants, un réservoir d'ammoniac (NH₃) cryogénique de 10 000 t rempli à 70 % monte en pression et éclate à sa base. La vague qui s'échappe de la brèche béante désolidarise le réservoir de son socle. Poussé dans le sens opposé, il détruit le mur de protection en béton armé puis est propulsé à 40 m de ses fondations. Le jet d'NH₃ liquide alimente une flaque qui atteint 70 cm de hauteur, se propage sur le site et mettra 12 h à s'évaporer. Les vapeurs générées s'enflamment sur une torche. Le feu gagne les stocks de 55 kt de NPK dont la décomposition thermique durera 3 jours (effet domino). Le nuage toxique (NH₃, NO_x) contamine une zone de 400 km². Officiellement, 7 morts et 57 blessés sont à déplorer parmi le personnel d'exploitation de l'unité et des sociétés de construction travaillant à proximité de la zone accidentée. Les autorités municipales font évacuer les zones à risques dès lors que la concentration en NH₃ dans l'air excède 10 mg/m³ ; 32 000 personnes seront ainsi déplacées.

  De conception japonaise, à simple paroi, le réservoir isolé par de la perlite est alimenté par un atelier de 1 400 t/j distant de 600 m. Quelques heures avant l'accident, l'un des 2 turbocompresseurs de liquéfaction est arrêté pour de longues réparations. Le 2^{ème} turbocompresseur l'est à son tour 1 h avant pour une réparation de courte durée. Rencontrant des difficultés pour mettre en service le compresseur de secours à piston, les opérateurs détournent l'NH₃ vers un stockage sous pression ; 14 t d'NH₃ chaud (+ 10 °C) ont cependant été introduites en partie basse du réservoir cryogénique dont le ciel gazeux monte rapidement en pression. Malgré les soupapes, le fond du réservoir se déforme et s'ouvre.



Le phénomène de roll-over envisagé par certains n'est pas confirmé par les experts. Les enquêtes montreront que :



- la plus forte résistance du toit par rapport à celle des liaisons entre la paroi interne de la cuve et du fond, ainsi que celle des pattes d'ancrage a entraîné la rupture du réservoir à sa base, le fond de celui-ci restant solidaire des fondations ;
- la vague d'NH₃ liquide a rompu le mur de protection, pour se répandre sur une grande superficie aggravant ainsi les conséquences de l'accident,

- une résistance du mur de protection non conforme aux spécifications prévues à la conception de l'unité à la suite de modifications apportées lors de la construction pour diminuer les coûts de matériaux et de main-d'oeuvre. Des modifications auraient aussi été apportées pour cette même raison aux fondations et dispositif d'ancrage du stockage.

  **ARIA 3536 - 22/04/1992 - 38 - JARRIE**



  **20.13 - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base**



  Une explosion perçue à des dizaines de km et un incendie détruisent 1 000 des 4 000 m² d'une unité d'eau oxygénée (H₂O₂) proche de réservoirs d'hydrogène et de chlore. Le feu se propage dans les égouts et une odeur nauséabonde se dégage. Un périmètre de sécurité est mis en place. Un employé est tué et 2 autres sont blessés, les dommages matériels sont évalués à 483 MF et 1 000 m³ d'eaux d'extinction contenant un solvant échappés d'une rétention d'un volume insuffisant polluent le DRAC.


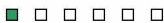
  L'accident est dû à la défaillance d'une carte d'alimentation électrique dans l'une des armoires du système de conduite (SNCC) de l'unité. La situation a été aggravée par des difficultés d'analyse de la situation, une intervention humaine malheureuse sur l'automate, l'automatisation partielle de l'arrêt d'urgence de l'unité, des dispositifs de commande / sécurité non-indépendants, un contrôle insuffisant du bon déroulement de la mise en sécurité des installations couplé à plusieurs opérations manuelles non réalisées par les opérateurs pour conforter l'arrêt de l'unité, l'absence de consigne spécifique pour la mise en sécurité des installations et le manque de clarté des consignes et procédures...


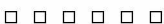
En raison du défaut d'étanchéité des dispositifs de sectionnement en place (clapets au refoulement des pompes, vannes de régulation automatiques), des retours d'eau oxygénée de la colonne d'extraction vers l'oxydeur ont permis un enrichissement progressif de la masse réactionnelle en agents métalliques puissants déstabilisants de H₂O₂ dont la décomposition exothermique s'est amorcée, puis accélérée. L'oxygène formé a provoqué la montée en pression des installations et l'éclatement d'une tuyauterie de liaison dépourvue de soupape ou autre dispositif équivalent. La masse réactionnelle qui se vide partiellement des appareils de production, s'enflamme sur un point chaud. Un défaut d'organisation en matière de formation en sécurité motivera les poursuites engagées 3 ans plus tard à l'encontre de plusieurs responsables de l'usine.

Plusieurs améliorations techniques et organisationnelles sont apportées : installation d'organes de sectionnement étanches, protection des tronçons de canalisations pouvant monter en pression lors d'une décomposition d'H₂O₂, amélioration du système de contrôle / commande (système de sécurité pour l'arrêt d'urgence indépendant du dispositif de conduite, nouvelle salle de contrôle, amélioration du confort / ergonomie des postes de travail...), augmentation des capacités de rétention des installations et protection des égouts, redéfinition des missions des intervenants et amélioration de leur information / formation, rédaction de consignes de sécurité adaptées, réalisation d'études de dangers pour la fabrication, le transfert et le stockage d' H₂O₂...

  **ARIA 5611 - 01/06/1974 - ROYAUME-UNI - FLIXBOROUGH**

  **20.60 - Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques**

  Un nuage de cyclohexane explose violemment dans une usine de caprolactame ; 28 employés sont tués, 89 personnes sont gravement blessées, dont 53 du public. Les dommages matériels sont considérables : bâtiments détruits dans un rayon de 600 m, 1 820 habitations et 167 commerces endommagés...

  Le caprolactame est synthétisé par oxydation catalytique du cyclohexane à 155 °C et sous 8,8 bar dans 6 réacteurs en série ; 250 à 300 m³/h de liquide transitent par des tuyauteries droites de 28" (711 mm) de diamètre reliées aux réacteurs par des soufflets de dilatation en acier inoxydable.

Une fuite de cyclohexane avait été détectée en mars sur le réacteur n°5 fêlé verticalement en raison d'une corrosion sous tension en présence de nitrates. Pour ne pas arrêter la production, une conduite de by-pass coudée est prévue pour relier les réacteurs 4 et 6. L'usine est en pleine réorganisation. En l'absence de capacités d'ingénierie et d'un encadrement suffisants, une conduite de 20" de diamètre est installée sans étude préalable, puis l'unité redémarre sans

contrôle ni test préalables appropriés. La production reprend du 1/04 au 29/05 sans qu'aucun problème ne soit rapporté. Le samedi 1^{er} juin, l'unité est arrêtée et redémarrée à plusieurs reprises, de petites fuites de cyclohexane semblant se colmater elles-mêmes. La déflagration à 16h53, perçue jusqu'à 50 km, rase le site et est suivie de plusieurs incendie générant des flammes de 70 à 100 m de haut.




L'enquête conclue à la rupture par cisaillement des 2 soufflets de raccordement de la conduite provisoire de 20" et à une fuite massive de 40 à 60 t de cyclohexane chaud sous pression. Le nuage formé s'est enflammé à 100 m de la fuite 25 à 35 s plus tard sur la tour de reforming de l'unité hydrogène. Ces conclusions, rendues en avril 1975, ne feront cependant pas l'unanimité et différentes théories quant aux causes de l'accident feront l'objet de publications dans les décennies suivantes.

Le contexte général de fonctionnement du site a largement contribué à la genèse de la catastrophe avec un encadrement en sous-effectif (le responsable de l'entretien qui a quitté l'usine depuis 6 mois n'a pas été remplacé...), une situation en infraction par rapport à la réglementation (stock de produits dangereux 50 fois supérieure aux quantités autorisées) et connaissait de graves difficultés économiques. Cet accident conduira à une évolution notable de la réglementation anglaise et européenne.

ARIA 5620 - 10/07/1976 - ITALIE - MEDA (SEVESO)

21.10 - Fabrication de produits pharmaceutiques de base

Un site chimique émet un nuage toxique contenant de la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzodioxine.




   En fin de poste 6h30 plus tôt, le cycle de fabrication du 1,2,4,5-trichlorophénol est arrêté alors que seuls 15 % (et non 50 %) du solvant ont été distillés. L'agitation est stoppée, le vide est cassé, aucun ajout d'eau n'est effectué, puis l'unité est laissée sans surveillance pour le week-end. A 12h37, après augmentation progressive de la température et de la pression dans le réacteur, le disque de sécurité taré à 3,8 bar se rompt.

L'échauffement de la surface du mélange réactionnel au repos a initié la réaction secondaire exothermique de formation de dioxine. La société n'informe que le lendemain les autorités d'un rejet d'herbicide ; les cultures seront déclarées impropres à la consommation 48 h après et la sté ne fait état de dioxine que 10 jours plus tard. Finalement, 11 communes sont atteintes avec 2 000 ha contaminés et 3 zones définies : zone A ($C > 50 \mu\text{g}/\text{m}^2$) de 110 ha dont les 736 habitants sont évacués, zone B ($5 < C < 50 \mu\text{g}/\text{m}^2$) de 270 ha d'où les enfants et les femmes enceintes sont évacués la journée, l'agriculture et l'élevage y étant interdits, zone R ($C < 5 \mu\text{g}/\text{m}^2$) de 1 430 ha.

Plus de 250 cas de chloracnée sont diagnostiqués, 220 000 personnes auraient été exposées. Au total 81 000 animaux meurent ou sont abattus. La quantité de dioxine émise sera évaluée entre 0,2 et 40 kg. La décontamination de la zone qui commence 6 mois plus tard, durera 5 ans. La terre superficielle, les constructions abattues et les dépouilles des animaux sont enfouis dans 2 fosses, en zone A. Les déchets et matériels de l'usine sont mis en fûts pour être incinérés. Un an après, 511 personnes de la zone A rentrent chez elles et la zone R est rendue à l'agriculture. En 1984, la zone A est décontaminée et la zone B redevient constructible. L'usine est démantelée. En 1985, les responsables de l'usine sont condamnés à des peines d'emprisonnement avec sursis allant de 2,5 à 5 ans. La société verse plus de 240 M\$ aux habitants et communes concernés. Les études épidémiologiques n'établissent aucun lien certain avec toute pathologie à long terme (cancers, malformations...), seule une augmentation de la proportion de naissances de filles par rapport à celle de garçons est observée.




ARIA 6143 - 19/12/1994 - 38 - LE PONT-DE-CLAIX

20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

   Dans une unité chimique produisant une hormone pour herbicides, une explosion avec projections de matières visqueuses se produit à 20h45 sur une colonne à distiller dichloroéthane (DCE) / nitrochlorobenzoate de méthyle (NBE). Une montée en température du pied de la colonne arrêtée 25 min auparavant à la suite de difficultés pour faire le vide alerte les opérateurs à 20h10. L'explosion a lieu lors d'une intervention locale de ces derniers ; 5 sont blessés dont 2 gravement, l'un d'eux décèdera des suites de ses blessures. Des équipements de la colonne sont détruits. L'environnement n'est pas atteint. Le retour d'une solution acide entre 2 bacs par effet siphon et sa concentration dans la colonne ont provoqué une décomposition du NBE. L'unité est modifiée.

ARIA 6958 - 06/05/1995 - 02 - VENIZEL




17.21 - Fabrication de papier et carton ondulés et d'emballages en papier ou en carton

   Une fuite de 200 l de dioxyde de soufre liquéfié a lieu sur le joint d'une bride sur un camion-citerne en dépotage vers une tour de sulfitation habituellement alimentée par un four à soufre (en cours d'entretien). L'opérateur coupe l'alimentation de la citerne (bouton-poussoir). Une fuite persiste sur le presse-étoupe d'une vanne de la citerne. Les clapets de sécurité fonctionnent et l'alerte est déclenchée.

Le service de sécurité ferme les vannes et arrose la citerne. Le plan rouge est déclenché. Un employé de l'usine, peau brûlée localement, restera hospitalisé 5 jours ; la combinaison de protection qu'il portait, stockée dans un emplacement non étanche, avait été en contact avec le SO_2 . Dans un rayon de 50 m, 32 employés sont légèrement intoxiqués ainsi que 11 pompiers, dont 4 plus sérieusement. Un flexible inadapté (liaison avec la bride de la citerne notamment) est à l'origine de cet accident.

ARIA 7022 - 02/12/1984 - INDE - BHOPAL

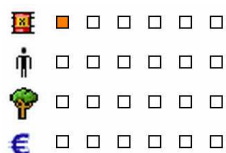
20.20 - Fabrication de pesticides et d'autres produits agrochimiques

   Une compagnie américaine implante en 1969 à Bhopal une usine de fabrication d'un puissant insecticide : le Sevin. L'installation comprend 3 réservoirs de 60 m³ (50 t) d'isocyanate de méthyle (MIC) liquide (E610, E611 et E619), chacun étant relié à différents systèmes de sécurité : installation de réfrigération, laveur de gaz d'échappement, torchère et dispositif de pulvérisation d'eau. Le ministère indien a autorisé l'usine à produire 5 000 t/an de Sevin. Pour faire face à la concurrence sur le

marché des insecticides et à un déficit budgétaire de l'usine de 4 millions \$/an, la société mère décide d'arrêter sa production locale de Sevin, de supprimer de nombreux postes d'encadrement (maintenance notamment) et de faire fonctionner le site au moindre coût... L'accident a lieu dans la nuit du 2-3/12/1984. Après le nettoyage de canalisations, de l'eau pénètre dans le réservoir E610 et initie plusieurs réactions en chaîne conduisant à des élévations de température (200 °C) et de pression (13,79 bar). En 2 h, une soupape de sécurité laissera s'échapper 23 à 42 t de MIC et autres gaz toxiques selon les sources. Plusieurs systèmes de sécurité se sont avérés défaillants : réfrigération à l'arrêt (06/84), laveur de gaz d'échappement hors service (23/10/84), torchère hors d'usage (quelques jours avant l'accident), indicateurs de température, pression et niveau de liquide dans la cuve défectueux, rideau d'eau pas assez puissant. Les émanations toxiques font de nombreuses victimes parmi la population : 1 754 à 2 500 morts et 170 000 à 600 000 intoxiqués selon les sources. Plus de 4 000 animaux (bétails, chiens, chats, oiseaux) sont morts. Une pollution chronique aggravée par les rejets toxiques affecte de longue date la population. Fin 1998, le bilan des victimes s'est allongé ; 16 000 morts sont dénombrés et 15 à 20 individus décèdent chaque mois des suites de l'accident.

Lancée en 1987, la procédure judiciaire connaît plusieurs rebondissements. Initialement poursuivis pour homicide, les 8 prévenus (7 Indiens et un Américain, le président de la compagnie) ont bénéficié en 1996 d'un arrêt de la Cour suprême indienne. La plus haute instance judiciaire avait alors requalifié les faits en homicide par négligence, un délit puni au maximum d'une peine de deux ans de prison.

En 1989, L'exploitant passe un accord avec le gouvernement indien : l'industriel verse un dédommagement de 470 millions de dollars, contre l'abandon de toute poursuite. Le 7 juin 2010, le tribunal de première instance de Bhopal condamne à deux ans de prison et 100.000 roupies d'amende (1.751 euros) 7 personnes, jugées responsables de la catastrophe. Une amende de 10 000 dollars (8 354 euros) est infligée à la filiale indienne de l'exploitant pour négligences. Le PDG de l'entreprise à l'époque, déclaré « en fuite » par la cour, n'a pas été nommé lors du verdict.



ARIA 7135 - 26/07/1995 - 60 - RIBECOURT-DRESLINCOURT

20.52 - Fabrication de colles

Sur un site chimique de 40 ha, situé en sortie d'agglomération, le disque de sécurité taré à 1,5 b d'un réacteur de 15,2 m³ se rompt dans un atelier de résines formo-phénoliques utilisées pour des colles de matériaux agglomérés. L'exploitant informe l'inspecteur des IC qui se rend sur les lieux.

La production par batch d'une résine formo-phénolique dure 10 h. Le formol et le phénol sont chargés dans le réacteur chauffé, puis la soude utilisée comme catalyseur est ensuite progressivement introduite dans l'appareil maintenu sous vide. Le dispositif de refroidissement du réacteur (2 doubles-enveloppes) et le retour des condensats des vapeurs émises permettent de contrôler la réaction chimique très exothermique.

Lors des faits, les 3 réactifs sont dans le réacteur quand la réaction s'emballe avec montée en température et en pression de l'enceinte, puis rupture du disque taré protégeant l'installation ; 6 t de milieu réactionnel (formol 11,5 %, phénol 0,6 %, soude et résine) expulsées au toit, retombent dans et hors l'usine jusqu'à 400 m de distance. Des potagers et des carrosseries de plusieurs voitures sont atteints.

L'IC propose l'arrêt d'exploitation du réacteur accidenté, son redémarrage étant subordonné à une étude précisant les causes de l'accident et proposant des dispositions pour en éviter le renouvellement. L'exploitant doit aussi transmettre sous 24 h une cartographie précise et exploitable des zones atteintes par les retombées chimiques, pour en informer les élus locaux et permettre la mise en œuvre de mesures appropriées. A cette étude, devront être joints tous les documents et informations nécessaires (toxicologie...) à la bonne évaluation des risques éventuels encourus par les occupants des zones concernées. L'exploitant doit enfin proposer des mesures pour traiter les zones polluées : élimination des végétaux atteints, traitement des terrains...

L'exploitant nettoie son site, 1 000 m³ d'eaux de lavage sont stockés dans un bassin interne. Les sols et végétaux sont analysés : 0,02 à 0,87 mg/kg de phénol dans les échantillons de terre, 0,17 à 4,08 mg/kg dans les végétaux. Une partie des légumes des potagers est récupérée et un champ de blé atteint par les retombées de substances chimiques est fauché. Les dommages sont remboursés.

Après une coulée trop rapide de soude, aggravée par un chargement important du réacteur, le refroidissement de ce dernier a été trop tardif (12 mn après l'élévation de température selon les enregistrements). Les quantités de produits mises en œuvre sont très importantes, même si l'exploitant précise que ces dernières sont conformes au mode opératoire (15 190 kg mesurés par débitmètre massique ou 15 792 kg par peson pour un réacteur de 15,2 m³). La réaction s'est emballée alors que les dispositifs de refroidissement du réacteur qui a atteint 127 °C ne fonctionnaient pas. Le haut niveau de chargement du réacteur, l'insuffisance des capacités de refroidissement disponibles et l'inadaptation des températures de consigne ont ainsi empêché la maîtrise du procédé réactionnel. De plus, le chargement de la totalité des principaux réactifs en début de cycle en contradiction avec les bonnes pratiques professionnelles a favorisé l'emballage de la réaction. L'atelier ne disposait pas des autorisations réglementaires nécessaires pour la fabrication de cette résine d'un nouveau type, aucune étude de dangers du procédé et de l'installation n'avait été réalisée préalablement.

L'exploitant modifie son procédé au profit d'une coulée continue de formol permettant un meilleur contrôle de l'exothermicité de la réaction et une protection contre un emballement par arrêt de l'introduction du formol. Les quantités des réactifs sont réduites et le suivi des paramètres de fonctionnement du réacteur et du déroulement de la réaction chimique est amélioré.

ARIA 15725 - 23/04/1999 - 76 - ROUEN

20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

Un ancien bac en acier revêtu de plomb (diam. 8 m, haut. 9 m, ép. fond 8 mm et virole 5 à 7 mm) de 450 m³ d'acide phosphorique se rompt sur un site chimique. La vague formée détruit la cuvette de rétention en béton armé (galette et murets de 10 à 15 cm). L'inspection interne avait diagnostiqué une forte corrosion sur une génératrice et demandé un contrôle d'épaisseur. Le service d'entretien avait renforcé localement le bac (polyester de 6 mm...) sans réaliser le contrôle demandé.

Un test de résistance du bac à l'eau (densité plus faible que celle de l'H₃PO₄) est réalisé durant 24 h avant sa remise en service 48 h plus tard. La procédure n'a pas été respectée dans l'enchaînement des travaux et dans le contexte d'un site dont l'arrêt est programmé à court terme. La perte de résistance détectée ultérieurement, liée à une fuite localisée dans le revêtement en plomb, concerne les 4/5^{ème} de la hauteur du bac. Aucun impact notable n'est observé sur l'environnement. Un arrêté de mesure d'urgence est pris. Les procédures, préconisations du service inspection notamment, sont rappelées au personnel.

ARIA 17321 - 27/12/1999 - 33 - AMBES

20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

Une tempête inonde une usine d'engrais « Seveso » employant 97 salariés produisant des granulés de nitrate d'ammonium.

L'établissement est notamment victime d'une coupure de courant dès 20 h. Lors de travaux de nettoyage d'une jalle proche du site 48 h plus tard, la ligne de 63 kV alimentant le site est atteinte et l'usine sera finalement privée d'électricité durant 7 jours ; l'unité de production fonctionnera cependant en ilotage durant cette période grâce à ses équipements de cogénération.

Les dommages sont évalués à 4,5 MF : bras de chargement endommagé, voie ferrée inutilisable, diverses toitures et clôtures endommagées, wagon vide déraillé après une fausse manœuvre de la SNCF qui a poussé sur le site une rame de 25 wagons alors que la ligne ne pouvait en contenir que 22...

En plusieurs endroits la digue, côté GARONNE, a été ouverte puis complètement submergée par la hauteur de la surcote de la crue (2,6 m). Une vague de 80 cm a envahi la presqu'île d'Ambès. La difficulté majeure a été la lenteur avec laquelle l'eau s'est écoulée de la terre vers la DORDOGNE et la GARONNE, le système d'évacuation existant (jalles, portes et vannes) n'ayant pas correctement joué son rôle faute d'un entretien suffisant. Parallèlement, les voies ferrées endommagées sur toute la zone n'étaient toujours pas utilisables 15 jours après la tempête, les équipes chargées du nettoyage et de leur remise en état mettant beaucoup de temps pour accéder aux voies en raison des terrains inondés.

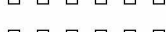
Ces inondations ont concerné une dizaine d'entreprises (ARIA 17316 à 17324) et notamment mis en évidence la vulnérabilité de certains sites Seveso. Une mise à jour des études de danger et des POI sera demandée aux différents exploitants sur le risque inondation. La mise en place d'un Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions Industrielles (S3PI) sur les 4 communes concernées pourrait permettre d'aborder ces différents problèmes avec tous les acteurs concernés.



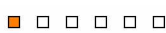
ARIA 19295 - 31/05/1993 - ALLEMAGNE - LUDWIGSHAFEN AM RHEIN



20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base



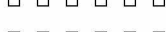
Sur un site de chimie organique, un rejet d'ammoniac (NH₃) a lieu sur une unité d'urée fonctionnant au ralenti en prévision d'un chantier de réparation. Une vanne de régulation permet de limiter la quantité d'NH₃ fournie au réacteur en réinjectant une partie du débit à l'alimentation de la pompe, mais la vanne vibre fortement à ce régime de fonctionnement. Eprouvant des difficultés pour régler la quantité d'NH₃ entrante, les opérateurs ferment partiellement une vanne manuelle en aval de celle de régulation. Peu après, 500 kg d'NH₃ s'échappent de l'unité qui est arrêtée en urgence. Un rideau d'eau permet d'abattre les vapeurs d'NH₃. L'accident serait dû à l'ouverture partielle d'une soupape évacuant l'NH₃ dans l'absorbant, provoquant une surcharge et son rejet à l'air libre via la colonne de lavage. Pour diminuer le renouvellement de ces situations, l'exploitant installe des diaphragmes sur les conduites de détente permettant d'évacuer l'ammoniac liquide vers l'absorbant. L'accident serait dû à une erreur de manipulation.



ARIA 20382 - 30/05/2001 - 68 - CHALAMPE






20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base



Durant 20 min, une fuite de 0,7 t de gaz résiduaire contenant 1 % d'HCN a lieu sur un site chimique. Le plan alerte au gaz et le POI sont déclenchés, pour être levés 1h25 et 2 h plus tard. Le personnel est évacué à 10h30 après activation de 2 détecteurs de gaz. Le nuage s'étend sur 350 m vers le sud du site, aucune conséquence sur l'environnement n'est notée (détecteurs 2 ppm en limite usine non activés).

L'HCN est produit par 2 lignes de conversion parallèles à partir d'NH₃, de gaz naturel et d'air enrichi en O₂ ; 135 t/h de gaz résiduaires sont envoyés à une chaudière de récupération, 0,8 t/h étant dirigés sur la torche du procédé dont les installations fonctionnent légèrement au-dessus de la pression atmosphérique. L'unité est en marche normale, quand la chaudière déclenche (sécurité normale selon l'exploitant) vers 10 h sur un apport trop important de gaz résiduaires, l'exploitant souhaitant augmenter le régime de fonctionnement de la chaudière. Automatiquement, l'intégralité des gaz résiduaires est renvoyée vers la torche de procédé et les lignes de conversion baissent de régime (135 à 60 t/h). La torche comporte en amont 2 pare flammes montés en parallèle : l'un ouvert en fonctionnement normal, le 2^{ème} s'ouvrant lors du renvoi des gaz vers la torche. A 10h20, la pression monte entre une colonne et un pot séparateur en amont des pare flammes. Selon l'exploitant, ces derniers constitués de lamelles métalliques très rapprochées pour « cisailer » les flammes insérés dans un cube métallique support se seraient rapidement bouchés. La pression chasse la garde hydraulique et les gaz résiduaires sont rejetés à l'atmosphère. Vers 10h40, des vérins d'isolement parviennent à se fermer entre les lignes de conversion et celles de traitement des gaz résiduaires, la garde hydraulique se remplissant par ailleurs automatiquement dès que la pression relative est inférieure à 0,1 bar.

 **ARIA 21460 - 23/11/2001 - 25 - EXINCOURT**
 29.1 - Construction de véhicules automobiles
 Sur le site d'une usine automobile, un employé d'un sous-traitant exploitant une déchetterie est happé par le mécanisme d'un compacteur alors qu'il pousse avec une perche des cartons coincés. Selon les premiers éléments d'enquête, la presse qui était tombée en panne le jour même, avait été remise en service avant d'être totalement réparée.

 **ARIA 24020 - 28/11/2002 - ITALIE - MESTRE**
 20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base
 Sur un site chimique, un réservoir contenant un mélange toluène-2,6-diisocyanate (TDI) / goudrons à haut point d'ébullition monte en pression et explose vers 19h40. Le nuage s'initie 5 min plus tard, puis le feu est alimenté par 20 t d'huile et 1 t de toluène se déversant des conduites rompues. Un réservoir identique s'ouvre 40 min plus tard par effet domino, provoquant une 2^{ème}

explosion dont le souffle éteint l'incendie principal. Les secours internes et une soixantaine de pompiers externes sont mobilisés. Le plan d'urgence externe sera levé à 21h30, le plan d'urgence interne à 22h45. Projetés par le souffle de l'explosion et aspergés par des retombées visqueuses, 4 sous-traitants sont soignés et feront l'objet d'une incapacité de travail de 3 à 53 jours. Les dommages matériels externes sont évalués à 2,8 Meuros. Les dégâts internes résultant des ondes de pression et des projections de fragments de métal sont importants : cadres supports, tuyauteries, connexions électriques, utilités de l'installation ; 15 t de mélange TDI/goudrons ont été relâchées. Les autorités effectuent des mesures de pollutions dans les égouts de la ZI ; des concentrations de 5 280 mg/l de TDI sont relevées. Une pollution temporaire mais importante du lagon est observée sur plus de 1 km. Les mesures atmosphériques réalisées indiquent la présence significative de NO_x / carbone, ainsi que des traces d'hydrocarbures (toluène, éthylbenzène).





A la suite de l'arrêt pour maintenance de l'agitateur du réacteur en amont du réservoir accidenté 48 h auparavant, la température est montée de 150 à 230 °C dans les réservoirs de TDI / goudrons. Cette température et un long temps de séjour (13 h) dans le réservoir, ont favorisé l'initiation de la dimérisation exothermique du TDI avec production de CO₂ à l'origine de la surpression. Un bouchon de mousse dans les tuyaux de liaison au manifold de purge a empêché le fonctionnement du disque de rupture du réservoir. Les autorités noteront enfin l'absence de toute procédure relative au fonctionnement en mode dégradé (température élevée) et aux risques associés, ainsi que de mesure de pression sur les réservoirs ; montée en pression dans ces réservoirs de TDI / goudrons et réaction exothermique éventuelle n'avaient pas été identifiées lors de l'évaluation des risques du procédé : réservoirs conçus pour une température maxi. de 95 °C, échelle de mesure et instruments étalonnés pour une température inférieure à 120 °C, indicateurs de température (cassés) et mesure de pression dans les réservoirs absents ou HS... Avant toute reprise d'activité, l'exploitant effectue une évaluation de sûreté approfondie de son site et met en oeuvre les modifications techniques / organisationnelles nécessaires pour l'accès et le maintien d'un niveau de sécurité élevé.

ARIA 25900 - 18/08/2003 - 21 - MONTBARD

24.20 - Fabrication de tubes, tuyaux, profilés creux et accessoires correspondants en acier

Dans une usine de traitement de surface à l'arrêt pour congés annuels, un dégraissant basique (pH 10) fuit et s'écoule dans le réseau des eaux pluviales (EP) puis pollue une rivière lors d'un orage. L'accident a pour origine une cuvette de rétention reliée à ce réseau, connexion inconnue (?) de l'exploitant, où était volontairement stocké ce liquide huileux durant des travaux de maintenance.

Pour contenir la pollution, les secours obturent la canalisation d'évacuation d'un bassin de confinement des EP. Avisée en fin de journée par le CODIS, l'inspection des IC demande à l'exploitant de pomper et d'éliminer 2 m³ d'eaux polluées. Le lendemain, un responsable du site informe l'inspection d'une montée du niveau des eaux dans le bassin et de ses difficultés pour trouver un éliminateur ; le pompage (80 m³) débutera finalement en fin de journée et s'achèvera le lendemain matin. L'augmentation du volume des eaux polluées résultait du fait que le réseau EP capte également un ru. L'utilisation des cuvettes de rétention comme « stockage intermédiaire » était habituelle sur le site lors de l'entretien des installations, voire même en marche normale. L'inspection relève aussi l'absence de consignes pour les travaux et de plan d'intervention (sinistre), ainsi que des fiches produits, des plans des réseaux insuffisants et la mise hors service des alarmes de détection de liquide dans les rétentions. L'IIC propose au préfet un arrêté pour la mise en conformité des installations.

 **ARIA 31691 - 26/04/2006 - 60 - CATENOY**
 20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base
 Dans une usine chimique, une fuite de bichlorure de soufre (SCl₂) sur une canalisation équipant
 le bouilleur d'une colonne de distillation s'hydrolyse produisant une forte émission de chlorure
 d'hydrogène (HCl). Cette colonne est dans un bâtiment en bardage qui constitue une sorte de confinement.

Le POI est déclenché. Des rideaux d'eau sont activés et les pompiers externes sont alertés. 50 ppm d'HCl sont relevées dans le bâtiment (effet irréversible pour 1 h d'exposition = 60 ppm). Elle est cependant inférieure au seuil de détection à l'extérieur. Trois pompiers internes seront placés en observation. L'eau des rideaux d'abattage (100 m³) est collectée dans un bassin incendie. Les pertes d'exploitation sont évaluées à 270 keuros (unité en aval arrêtée 18 jours).

Un capteur de pression était en maintenance. Il avait été diagnostiqué défaillant après avoir indiqué 108 mbar de pression en sortie de bouilleur (alarme haute = 100 mbar), déclenchant ainsi la fermeture des vannes d'alimentation en SCl₂ et de régulation vapeur chauffant le bouilleur. Avant remplacement du capteur, le bouilleur contient 150 kg de SCl₂ et ne peut être vidangé du fait de la présence de verre issue de la dégradation de la colonne de distillation. Ce colmatage est connu depuis 3 semaines, mais aucune mesure n'a été prise. Par ailleurs, la vanne d'isolement du capteur de pression, boulonnerie grippée et solidarisée à ce dernier, ne peut être fermée ; l'opérateur doit démonter l'ensemble, laissant ainsi une mise à l'air sur le piquage DN25. Le capteur n'étant pas à sécurité positive, sa déconnexion électrique provoque l'ouverture de la vanne de régulation de vapeur et le chauffage du bouilleur dont la


température passera de 24 à 120 °C en 30 min, entraînant l'émission de SCl_2 .


Plusieurs mesures sont prises au titre du REX : procédures de surveillance et d'intervention en mode dégradé, modification du montage vanne de barrage / capteur de pression, mise en place d'une boucle à sécurité positive indépendante de la régulation interdisant tout redémarrage automatique après franchissement du seuil de pression haute...

Cet accident montre qu'un système de régulation d'un procédé ne constitue aucunement un dispositif de sécurité. En particulier, les automates programmables de production répondent à une logique et des critères qui ne sont pas tous connus des équipes d'intervention et qui ne prennent pas forcément en compte modes dégradés et situations de consignment.


 **ARIA 32016 - 24/07/2006 - 80 - AMIENS**

 *37.00 - Collecte et traitement des eaux usées*


 Des eaux résiduaires noires polluent la SELLE, la faune aquatique est mortellement atteinte.

 L'alerte est donnée le lendemain. La pollution résulte de la défaillance du poste de relevage d'une station d'épuration urbaine et au déversement direct des effluents d'une teinturerie dans le milieu naturel via un trop-plein.


L'accident résulte du déclenchement du disjoncteur général du poste. Ce dysfonctionnement serait dû à un acte de vandalisme (coups repérés sur l'armoire électrique) ou aux fortes chaleurs. La télésurveillance fonctionnait en mode dégradé, un orage quelques jours plus tôt ayant détruit le dispositif de télétransmission de la station de relèvement, les défauts n'étant plus transmis au poste de surveillance. Ces organes de sécurité n'avaient pas été remplacés, la maintenance étant en rupture de stock après de nombreux remplacements d'équipements dus aux fréquents orages depuis le début du mois.


 **ARIA 32484 - 08/11/2006 - 77 - GRANDPUITS-BAILLY-CARROIS**


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

 Dans une usine d'engrais, de l'ammoniac (NH_3) émis dans un atelier de nitrate d'ammonium en solution chaude (NASC) intoxique 4 employés dont 2 d'une entreprise extérieure. L'unité est mise en sécurité et les pompiers sont alertés. Les 4 blessés sont hospitalisés 5 h pour des examens. L'atelier fonctionnait depuis la veille. La régulation du débit d'acide nitrique (HNO_3),

normalement automatique, a été passée en mode manuel du fait de difficultés pour stabiliser le pH du milieu réactionnel. Une intervention du service de maintenance était programmée à 9 h le jour de l'accident. Lors de l'intervention, les sécurités de débit bas et haut sont inhibées le temps des essais. Après manipulation de la vanne d'arrivée d' HNO_3 , le débit d'acide s'arrête brutalement, entraînant un excès d' NH_3 dans le réacteur. L'opérateur tente de réactiver les sécurités de débit puis déclenche volontairement le réacteur. Des vapeurs basiques sont alors rejetées via les événements de l'unité et par dégazage des condensats non recyclés rejetés dans les caniveaux traversant l'atelier.


 **ARIA 32679 - 04/11/2006 - 76 - PETIT-COURONNE**


 *19.20 - Raffinage du pétrole*


 Un incident sur le réseau très haute tension allemand (ARIA 32455) perturbe le réseau électrique par un seuil bas de fréquence entraînant la mise en sécurité automatique de plusieurs unités d'une raffinerie. Conformément à l'architecture du système d'alimentation électrique, seules celles alimentées par les turboalternateurs des utilités restent en fonctionnement : utilités et unités de

conversion de l'hydrogène sulfuré CLAUS 4, de traitement des gaz de queue SCOT, de réformage catalytique des essences PLAT, de désulfuration des gazoles HDS et de production d'hydrogène CRYO et HMP.

L'exploitant active une cellule de crise sans déclencher le POI. Les unités d'extraction des asphaltènes au propane (PDU), d'extraction des aromatiques au furfural (FEU) et de visco-réduction (VBU) redémarrent en priorité. L'exploitant laisse à l'arrêt l'unité CLAUS 5, l'unité CLAUS 4 étant en service. La perte d'alimentation électrique occasionne cependant une fuite d'huile chaude sur l'échangeur des unités huiles, un épandage de catalyseur depuis l'unité de craquage catalytique FCC et une perte de solvant, méthyl-éthyl-cétone et toluène, qui se déverse sur le sol puis dans les égouts depuis les unités de déparaffinage au solvant ; ce rejet accidentel conduira à plusieurs jours de dépassement de la DCO mesurée sur les eaux huileuses de la plate-forme. Elle est aussi à l'origine de torches importantes (débit d'hydrocarbures > à 110 g durant 40 min) et du régime instable de l'unité CLAUS 4 engendrant l'envoi d'hydrocarbures à l'incinération (du fait du débordement de la colonne d'amine), puis au déclenchement de sa sécurité de température haute. Un pic de concentration en dioxyde de soufre ($823 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est enregistré par les capteurs de l'association de surveillance de la qualité de l'air sur la commune le 6/11, l'unité SCOT traitant les gaz de queue de l'unité CLAUS 4 n'ayant pu être redémarrée que le 7/11 par manque de charge. L'expédition de butane et l'approvisionnement du réseau en carburacteur depuis la raffinerie sont arrêtés.

 **ARIA 34990 - 18/06/2008 - 971 - BAIE-MAHAULT**

 *52.10 - Entreposage et stockage*

 En fin de déchargement d'un navire dans un dépôt pétrolier, l'agent de quai constate un suintement sous la tuyauterie d'essence reliant l'apportement au dépôt. Il installe un récipient pour récupérer les égouttures, alerte le responsable d'exploitation qui informe le chef du dépôt. Moins de 5 l d'essence se seraient écoulés au sol. Le chef de dépôt constate la fuite puis met la

canalisation en eau. Il avertit sa hiérarchie et l'inspection des IC qui note le lendemain de nombreuses zones de corrosion importantes, notamment vers chacun des supports le long de la canalisation. La pression dans la canalisation étant faible, l'impact sur le sol est négligeable.





Le revêtement d'origine de la tuyauterie n'est pas adapté à l'action corrosive de l'air marin, de la température, de


l'humidité relative élevée, ainsi que des frottements et des égouttures des amarres des navires. Par ailleurs, selon l'exploitant, le planning d'entretien des canalisations a été élaboré à partir des remarques de l'organisme spécialisé qui a réalisé les contrôles d'épaisseur en 2007 et indiqué que la corrosion était acceptable au vu des conditions opératoires de 10 bars. La remise en état globale était en cours, la fuite s'étant produite avant que réalisation complète du plan d'actions.

Le 19/06, un expert de la sté inspecte la canalisation ; ses observations aident à définir des conditions d'exploitation en mode dégradé pour les déchargements à venir. Les 3 autres canalisations qui relient le dépôt à l'apportement sont contrôlées quelques jours plus tard (mesures d'épaisseur au niveau des zones de corrosion externes et internes détectées lors de l'inspection de 2007 par l'organisme spécialisé). Un planning de travaux est élaboré en fonction de ces mesures : réparations des canalisations et supports, pose de colliers sur les zones sensibles, essais de résistance, remplacements de tronçons, déposes du revêtement bitumineux, rechargements par soudage des zones de corrosion externes des parties aériennes, protection spécifique sous les amarres, décaissement du sol sous les canalisations le long des berges... L'exploitant réduit la pression dans la canalisation à 3 bars et renforce les mesures de surveillance tant que les conditions normales d'exploitation ne sont pas rétablies ; les procédures d'exploitation sont modifiées en ce sens.

ARIA 37440 - 23/10/2009 – PORTO RICO - BAYAMON

19.20 - Raffinage du pétrole

    Une explosion a lieu vers 12h30 dans le dépôt pétrolier d'une raffinerie, 21 des 40 réservoirs d'hydrocarbures sont en feu. Les flammes sont visibles à plusieurs kilomètres, une fumée noire, dense et toxique est émise.

 L'état d'urgence est déclaré dans 5 communes, 1 500 personnes sont évacuées, les écoles sont fermées et le trafic aérien et routier est interrompu. Plusieurs conducteurs sont blessés par l'explosion des vitres de leurs voitures, d'autres sont intoxiqués par les fumées et 3 secouristes sont blessés. Une secousse de 2,8 sur l'échelle de Richter est enregistrée ; des habitations et locaux industriels sont endommagés à plus de 1,6 km, des vitres sont brisées à plusieurs km. Les habitants sont invités à se confiner en raison des fumées toxiques. Les autorités préparent un stade pour accueillir 30 000 personnes si nécessaire. Les pompiers maîtrisent l'incendie le 25/10 ; les habitants peuvent regagner leurs logements. Les dommages sont évalués à plus de 6,4 millions de dollars.

Le bureau enquête-accident indépendant des Etats-Unis (CSB / Chemical Safety Board) recherche les causes de l'accident ; selon les premiers éléments rassemblés, un bac d'essence était en remplissage à partir d'un bateau. Ce bac aurait débordé, l'essence se répandant au sol et formant un nuage inflammable de 600 m de diamètre avant d'atteindre une source d'ignition au nord-ouest du site. Le niveau de liquide dans le réservoir ne pouvait pas être déterminé, le système informatisé de contrôle correspondant ne fonctionnant pas. Les opérateurs utilisaient une jauge mécanique sur la paroi externe du réservoir. Les opérateurs en salle de contrôle ne se sont pas rendus compte du danger imminent lié au débordement.

ARIA 37597 - 07/08/2005 - 76 - GONFREVILLE-L'ORCHER

19.20 - Raffinage du pétrole

Dans une raffinerie, une fuite est détectée sur le bac de pétrole brut A607 d'une capacité nominale de 60 000m³ rempli à plus de 50 %. Le sol est pollué sur plusieurs mètres carrés depuis la bordure périphérique ouest du bac jusqu'au puisard situé à quelques mètres de la robe. L'exploitant ne constatant visuellement aucune corrosion extérieure sur la robe et la partie visible du fond du bac et s'appuyant sur la rénovation générale réalisée en 2000 avec remplacement complet du fond et reconstitution de l'assise, ainsi que sur le retour d'expérience apporté par d'autres fuites avec une évolution lente et contrôlée, considère que l'intégrité du bac n'est pas en cause. Le réservoir est maintenu en exploitation sous surveillance quotidienne sous forme de tournées avec mise en place de barrages de sable dans la rétention, pompage régulier des hydrocarbures déversés, création d'un caniveau pour canaliser les écoulements vers le puisard et remplacement de la couche superficielle de graviers pollués.

Six remplissages successifs sont ainsi réalisés jusqu'au 06/09 où il est constatée dans la soirée l'augmentation brutale du débit de fuite (20 m³/h) en plusieurs points. Le 07/09, la vidange du bac est décidée et le pétrole brut est dirigé vers les unités de distillation du site. L'inspection des IC est informée de l'événement le 08/09 après-midi. Au-delà de la vérification de la vidange complète du bac, une visite confirme le 13/09 plusieurs suintements sur la périphérie de la base du bac et que toute la surface de la cuvette de rétention est polluée avec par endroits des flaques de pétrole de plusieurs centimètres d'épaisseur. Les inspecteurs repèrent aussi des souillures dans les rétentions des bacs A209 & 201, indépendantes de celle du réservoir A607.

Un arrêté prescrit la remise des rapports d'incidents sur ces 3 bacs et le nettoyage des cuvettes de rétention correspondantes.

L'expertise du bac A607 révèle de nombreux cratères de corrosion interne sur les tôles de fond et le long des soudures avec une zone de fuite, et la non mise en place d'un revêtement contre la corrosion interne lors du remplacement du fond en 2000 ; 2 autres cas de fuites sur des bacs de pétrole brut seront identifiés sur le site en 2007 et 2009 (ARIA 33077 et 36502).

L'exploitant met en place un revêtement époxy sur le fond du bac préalablement à sa remise en exploitation et décide d'étendre cette mesure à tous ses autres bacs de pétrole brut. Le tribunal de police condamne l'exploitant à une amende de 800 Euros pour défaut de déclaration de l'incident à l'IIC.

ARIA 37720 - 08/01/2010 - 51 - MATOUGUES

10.31 - Transformation et conservation de pommes de terre

Une canalisation se rompt vers 14 h dans une usine de transformation et conservation de pommes de terre, 11 des 13,5 m³ d'acide chlorhydrique (HCl) à 32 % d'un réservoir de 30 m³ fuient, remplissant sa rétention. Un gardien en ronde note une forte odeur irritante vers 22 h et donne l'alerte. De l'HCl est découvert peu après dans un caniveau longeant un local suppresseur proche du réservoir. Un périmètre de sécurité de 20 m, balisé avec des rubans et conteneurs métalliques,

est mis en place autour des installations. La sortie du bassin des eaux pluviales est obturée avec un ballon d'étanchéité. Le personnel de la « zone emballage » du site est évacué en raison des odeurs émanant des canalisations de descente des eaux pluviales.

A 22h40, 2 personnes équipées constatent que la cuvette de rétention du réservoir n'est pas étanche et qu'un épandage d'HCl s'est produit sur le sol le long du local suppressor, sur la pelouse adjacente et sur la chaussée. La fuite sur le réservoir est maîtrisée vers 23 h en fermant sa vanne de fond. Les eaux pluviales polluées restent confinées dans l'attente d'une décision sur leur devenir qui sera prise le lendemain dans l'après-midi en accord avec l'inspection des IC.

Le lendemain encore, des mesures de pollutions en 3 points avec l'aide des pompiers ne révèlent aucune anomalie. Le vent a favorisé la dispersion des vapeurs acides émises, l'usine étant par ailleurs au milieu des champs et aucune habitation n'étant implantée à moins de 1 km de l'établissement. Le pH des effluents contenus dans le bassin est ainsi vérifié, de même que l'absence de gaz chlorés dans les canalisations et sur le secteur emballage. L'inspection des IC et la gendarmerie se sont également rendus sur les lieux. La « zone emballage » est ventilée avant réintégration du personnel. L'exploitant dépollue les lieux en récupérant un maximum d'HCl au sol pour le stocker dans des bacs. La chaussée bitumée et le local sont nettoyés. Les collecteurs des eaux pluviales sont rincés 4 h à grande eau.

La rupture de conduite serait due au gel (- 4 °C lors des faits) et la cuvette n'était pas étanche vers l'arête dalle de fond / bas du muret. En réflexion, elle était dépourvue de son liner de protection anti-acide. L'HCl s'est ainsi répandu sur la chaussée et le terrain proches, puis déversé dans le collecteur raccordé au bassin des eaux pluviales.

Une tuyauterie en matériau plus performant est installée. La cuvette est restaurée. L'alarme prévenant d'une baisse anormale d'HCl dans la cuve est améliorée. La canalisation des eaux pluviales accidentée est contrôlée par caméra. Le POI est actualisé.

ARIA 37902 - 06/01/2009 - 72 - SABLE-SUR-SARTHE

21.20 - Fabrication de préparations pharmaceutiques

Lors d'une visite inopinée dans une usine pharmaceutique, l'inspection des IC note que les opérateurs n'utilisent pas les dispositions d'un référentiel de sûreté garantissant leur radioprotection en cas d'incident lors du rechargement de sources radioactives. Celles-ci utilisées pour stériliser des accessoires médicaux, sont dans 2 cadres métalliques ou « porte-sources » en fond de piscine et en position de sûreté lors des rechargements. Les sources sont manipulées avec des perches dont l'une des extrémités est munie d'une chaînette évitant toute remontée intempestive des sources à moins de 3,5 m de la surface de la piscine. Lors d'une 2^{ème} visite le 09/12/09, l'inspection note le même manquement à la sécurité et non-respect de procédure. Selon l'exploitant, le dispositif n'est pas utilisé, son encombrement nuisant à la maniabilité des perches. Il s'engage le 15/01/10 à respecter les dispositions de son référentiel et à déclarer l'évènement sans conséquence pour le personnel ou pour l'environnement., mais cependant classé 1 de l'échelle INES du fait des conséquences potentielles d'exposition d'une personne aux rayonnements ionisants et du non-respect du référentiel de sûreté.