

"RETOUR D'EXPERIENCE" *sur accidents industriels*

Séminaire IMPEL
Aix-en-Provence, les 16 et 17 novembre 2011

Sommaire général

Incendie dans une usine de recyclage de bois	Page 1
Saint-Cyprien (Loire) - France 22 août 2008	
Rupture d'une canalisation de transport d'hydrocarbures liquides	Page 11
Plaine de la Crau (Bouches-du-Rhône) - France 7 août 2009	
Rejet massif de boue rouge d'aluminium après rupture d'un bassin de stockage	Page 21
Kolontár - Hongrie 4 octobre 2010	
Explosion d'un surchauffeur au sein d'une unité de vapocraquage	Page 29
Saint-Avold (Moselle) - France 15 juillet 2009	
Déraillement de wagons de GPL suivi d'une explosion (UVCE) et d'un violent incendie	Page 33
Viareggio - Italie 29 juin 2009	
Explosion d'un bac d'acide sulfurique	Page 43
Gonfreville-l'Orcher (Seine-Maritime) - France 4 août 2009	
Explosion dans une usine de chlore-alcali à la suite d'un creux de tension	Page 47
Ibbenbüren - Allemagne 23 juillet 2009	
Rupture d'une canalisation dans un stockage d'hydrocarbures souterrain en cavités salines.....	Page 53
Manosque (Alpes-de-Haute-Provence) - France 1^{er} mai 2010	
Rejet de matières dangereuses suite à une étude HAZOP incomplète	Page 61
Heilbronn - Allemagne 21 septembre 2010	
Décomposition d'engrais dans un sécheur	Page 65
Ribécourt-Dreslincourt (Oise) - France 8 février 2010	
Explosion dans une usine de production de carboxyméthylcellulose (gomme de cellulose)	Page 69
Nimègue (Gelderland) - Pays-Bas 11 juillet 2009	
Eclatement d'une tuyauterie de vapeur haute pression.....	Page 75
Le Grand-Quevilly (Seine-Maritime) - France 28 juin 2010	
Eclatement d'une canalisation d'oxygène.....	Page 83
Richemont (Moselle) - France 13 juin 2010	

- ANNEXES -

Analogies	Page A1
Échelle européenne des accidents industriels	Page A77

Incendie dans une usine de recyclage de bois 22 août 2008 Saint-Cyprien (Loire) France

Incendie
Emissions atmosphériques
PCB/dioxines
Déchets
Pollution des sols
Impact sanitaire

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site où se déroule l'accident est mis en exploitation dans les années 1970 pour une activité de récupération de cuivre et de plomb. Il est autorisé en juillet 1981 pour des activités de récupération de métaux par brûlage (four en auto-combustion) et de destruction de transformateurs électriques. L'exploitant étend ses activités en juillet 1989 au broyage de radiateurs.

Les constatations de l'inspection des installations classées sur l'état de pollution du site conduisent à prescrire une étude de sol par arrêté préfectoral en 1997.

En juin 2006, le site change d'exploitant et un récépissé de déclaration est délivré en juillet 2006 pour l'activité de broyage et stockage de bois de récupération (rubriques 2260 / broyage et 1530 / stockage de la nomenclature des installations classées).

Environnement du site :

Le site est en zone rurale. Il est bordé au sud par un dépôt de gaz et un établissement de sablage. Au Nord et à l'Est se trouvent des champs à usage agricole pour la plupart et à l'Ouest des friches. Les premières habitations sont à 300 m.

La nappe phréatique s'écoule à une faible profondeur en direction du Nord-Est. Une vingtaine de mares utilisées pour l'abreuvement du bétail se situent dans le secteur, ainsi que les ruisseaux du MALBIEF, du MALTAVERNE et les étangs de Veauchette.

La LOIRE est à 1 km à l'Est du site.

L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT, SES EFFETS ET SES CONSÉQUENCES

L'accident :

Le 22 août 2008, un incendie se déclare vers 4 h du matin au niveau d'un stockage de bois (palettes) s'étalant sur 2 000 m² avec des hauteurs atteignant 10 m par endroits. Les services de secours interviennent rapidement et plus de 60 pompiers sont mobilisés. Une imposante colonne de fumée se dirige vers des zones agricoles.



Plusieurs jours sont nécessaires pour maîtriser l'incendie, le vent ravivant les foyers. Les pompiers seront par ailleurs contraints de changer de stratégie fin août à la suite d'une pollution des étangs de Veauchette par les eaux d'extinction. Les foyers seront isolés du reste du stockage ce qui entraînera un mélange de bois avec la terre.



Le stock de bois se consumera ensuite lentement jusqu'au début du mois de décembre 2008. Les fortes pluies de novembre 2008, à l'origine de nombreux épisodes d'inondations dans la Loire et la Haute-Loire, ralentissent la combustion du bois.

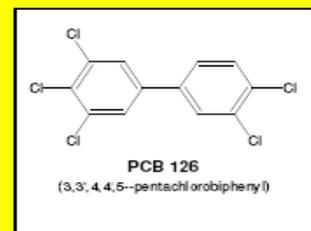
Du 15 septembre au 17 octobre 2008, un organisme spécialisé dans la surveillance de la qualité de l'air intervient afin de réaliser des mesures d'air sur le site et hors du site. Plusieurs polluants sont suivis (COV, HAP, SO₂, NO₂...) et en particulier les dioxines et PCB. Les résultats sont connus le 18 novembre 2008.

A la suite du constat d'émissions atmosphériques importantes de dioxines et de polychlorobiphényles (PCB) sur le site, les services vétérinaires mènent le 26 novembre 2008 une campagne de prélèvements de lait dans une exploitation agricole voisine. Une contamination est mise en évidence avec des résultats qui dépassent les valeurs limites réglementaires de commercialisation des denrées (règlement européen 1881/2006/CE) ; l'exploitation est placée sous séquestre.

Que sont les PCB ?

Egalement appelés « **pyralènes** », les PCB sont des molécules de synthèses :

- proches des dioxines (notamment pour les PCB-DL au mécanisme d'action toxique similaire aux dioxines et furannes)
 - autrefois utilisées dans l'industrie pour leurs propriétés isolantes (transformateurs électriques, condensateurs, huiles lubrifiantes industrielles, encres...)
 - interdits sur le marché depuis 1987
- Substance classée « probablement cancérigène ».
Des problèmes hépatiques, dermatologiques surviennent sur les populations fortement exposées.



Quels Enjeux pour l'environnement ?

Il existe un **bruit de fond résiduel** de dioxines et PCB dans l'environnement.

Les PCB **se dégradent très peu** et sont difficilement détruits. Présents dans le sol et les sédiments, ils s'accumulent le long des chaînes alimentaires dans les graisses animales.

L'exposition aux PCB est à 90 % d'origine alimentaire (très peu par l'air, et dans l'eau).

Textes réglementant les teneurs en dioxines et PCB dans les aliments :

- Règlement CE n°1881/2006
- Recommandation 144/06/COL du 11/05/06

Teneurs maxi en dioxines, furannes et PCB de type dioxines dans les aliments (OMS-PCDD/F-PCB-TEQ) :

- Viande et graisse BV/OV: **4,5 pg/g** graisse
- Lait et produits laitiers: **6 pg/g** graisse
- Oeufs et ovoproduits: **6 pg/g** graisse
- Poissons et produits de la pêche: **8 pg/g** chair

Unité de mesure : 1picogramme (1pg) = 0,000 000 000 001g (1picog/g = 1nanog/kg)

Source : DDPP 42, site Internet de la Préfecture de la LOIRE.

Cette surveillance sera ensuite progressivement étendue aux laits et graisses du bétail des exploitations agricoles sur une zone de 42 communes. Au total, 914 exploitations seront examinées dans la zone. Des protocoles d'assainissement sont mis en place et 2 353 animaux seront abattus (bovins, ovins, porcins et équins).

Historique simplifié de l'accident :

2008

22 août : incendie de l'entreprise (ancien site d'une entreprise de destruction de transformateurs) ; l'inspection des IC se rend sur les lieux

28 août : inspection approfondie du site par la DREAL

29 août : arrêté d'urgence pris au titre des ICPE prescrivant des analyses d'eau et de sol sous le vent – constat de pollution des étangs de Veauchette

3 septembre : suspension de l'activité du site

septembre: nouvelle stratégie d'extinction de l'incendie pour limiter la pollution des étangs de Veauchette à la suite de l'utilisation d'importantes quantités d'eau

15 septembre : intervention d'un organisme pour réaliser des mesures d'air

18 novembre : publication des résultats des analyses d'air

26 novembre : premiers prélèvements dans une exploitation agricole (résultats connus le 9 décembre 2008)

décembre : extinction complète de l'incendie

Sur proposition de la Dreal et après inspection au titre des ICPE :

8 décembre : arrêté préfectoral prescrivant l'élimination des déchets et terres polluées, ainsi qu'une étude de compatibilité des milieux avec les usages

24 décembre : arrêté préfectoral prescrivant des prélèvements dans les eaux souterraines et superficielles, les sols, les végétaux, ainsi que le décapage du site sinistré et des fossés

2009

janvier : investigations sur plusieurs exploitations dans une zone d'1 km

février – mars : poursuite des investigations sur une zone comprise entre 1 et 2 km

avril - mai : suite à des travaux de modélisation, extension de la zone d'investigation à 2-5 km

25 mai - 3 juillet : campagne de prélèvements des produits animaux sur 40 communes

25 juin : premier abattage d'animaux contaminés

29 juin : arrêté préfectoral de travaux d'office et d'occupation des sols chargeant un organisme public spécialisé de mettre le site en sécurité (élimination des déchets)

juillet : évacuation des déchets (bois et boues de curage) de la parcelle incendiée

5 août : inspection par la DREAL pour constater la fin des travaux

21 octobre : sur proposition de la DREAL, arrêté préfectoral de mise en demeure relatif à la surveillance des eaux souterraines, à la réalisation d'une étude de compatibilité des milieux avec les usages ainsi qu'au décapage de la parcelle incendiée jusqu'à une teneur résiduelle en PCB de 1mg/kg avec élimination des terres polluées dans des filières adaptées

2010

18 janvier : arrêté préfectoral de mise en demeure pour la cessation définitive d'activité des installations de récupération de métaux non exploitées depuis plus de 3 ans

4 février : arrêté portant consignation d'une somme de 4 000 € pour la surveillance des eaux souterraines (campagne de l'été 2009) faisant suite à la mise en demeure d'octobre 2009

23 février : la société de recyclage est mise en liquidation judiciaire

24 février : visite de l'inspection des installations classées sur le site, aucun des travaux imposés par l'arrêté d'octobre 2009 n'a été réalisé

16 avril : arrêté préfectoral portant consignation d'une somme de 1 920 000 € pour non respect de l'arrêté préfectoral d'octobre 2009

24 juin : dernier abattage d'animaux dans le cadre du suivi d'assainissement

Les conséquences :

L'accident a de multiples conséquences :

Matières dangereuses relâchées

Les prélèvements réalisés dans l'air à proximité du site pendant l'incendie mettent en évidence des concentrations notables en dioxines, furannes et PCB.

Les prélèvements réalisés après le sinistre révèlent des valeurs atypiques en PCB dans les sols, ainsi que dans les eaux superficielles et souterraines, qui sont à mettre en relation avec les activités exercées antérieurement sur le site (traitement des transformateurs électriques).

Conséquences environnementales et sanitaires

Les importantes quantités d'eau d'extinction utilisées entraînent une forte mortalité piscicole sur les étangs de Veauchette fin août 2008.

Au premier trimestre 2009, une campagne d'analyse des produits fermiers est lancée dans un premier temps auprès de tous les élevages situés dans un rayon d'un kilomètre autour de la parcelle incendiée. Les investigations révèlent des résultats non-conformes sur les analyses effectuées sur le lait et la graisse dans 14 des 19 exploitations contrôlées.

Progressivement, les investigations sont étendues de 1 à 2 kilomètres (mars 2009), puis à 5 kilomètres (avril 2009).

En juillet 2009, un organisme spécialisé précise dans son rapport qu'au-delà d'un rayon de 2 km, il devient difficile de déterminer l'origine de la contamination des sols. Ainsi, au-delà de 2 km, rien ne permet scientifiquement de corréler la contamination des animaux à l'incendie.

Cependant, les résultats en dioxines et PCB obtenus sur les prélèvements de lait et de graisse issus des animaux contaminés mettent en évidence des similitudes pour la grande majorité d'entre eux (ratio PCB / dioxine dans les graisses notamment).

Les données exploitées par l'organisme semblent montrer un impact important de l'incendie jusqu'à 1 km, qui décroît ensuite régulièrement jusqu'à 2 km.

Le 25 mai 2009, la zone de surveillance est étendue à 40 communes par arrêté préfectoral, puis à 42 communes en août 2009.

Conséquences économiques

a- Abattage des animaux

Le coût des investigations réalisées (analyses comprises), des opérations de destruction de produits et d'animaux contaminés, ainsi que des indemnités, est évalué fin janvier 2011 à près de 4,5 millions d'euros.



DR

b- Élimination des déchets du site

Un montant de 100 000 € est consigné par arrêté préfectoral de juin 2009 pour éliminer de la parcelle les déchets (bois et boues de curage) résultant de l'incendie.

c- Dépollution du site

Les travaux consistent à :

- décaper la parcelle sur une profondeur variable de 30 à 150 cm compte tenu du gradient de pollution, soit au total 7 600 m³ de terre à évacuer (12 000 tonnes) ;
- éliminer les terres dont les teneurs en PCB sont inférieures à 50 mg/kg dans un centre d'enfouissement technique de classe 2, à charger et transporter ces terres, soit 600 rotations de camions sur un site spécialisé dans l'Allier ou sur une décharge de déchets inertes selon les teneurs ;
- traiter les terres dans un centre spécialisé lorsque les teneurs en PCB dépassent 50 mg/kg et ne permettent pas une mise en décharge. La quantité de terre concernée par un traitement spécifique devrait se limiter aux zones les plus polluées et représenter 60 t ;
- remettre en l'état le site à l'issue de travaux (apport de terre saine et terrassement) ;

- réaliser une étude analysant la compatibilité des milieux avec les usages (prélèvements et analyses dans différents milieux, recensement des points d'eau, étude de l'hydrologie et de l'hydrogéologie du site).

Le montant finalement consigné à l'exploitant pour la réalisation de ces différents travaux / études a été fixé à 1,92 millions d'euros dans un arrêté préfectoral du 16 avril 2010.

Échelle européenne des accidents industriels :

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des États membres pour l'application de la directive 'SEVESO' et compte tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

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

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

L'indice 'Matières dangereuses relâchées' est coté à 1 par défaut, en raison des fumées contenant des PCB qui se sont répandues dans l'environnement.

L'indice 'Conséquences environnementales' est égal à 6 en raison de la pollution d'une surface de 2 km de rayon centrée sur le lieu du sinistre représentant environ 1 250 ha ('Environnement 13').

L'indice 'Conséquences économiques' est égal à 5 car le montant des opérations d'assainissement est estimé à près de 4,5 millions d'euros ('€17').

L'indice 'Conséquences humaines et sociales' n'est pas renseigné en l'absence de données sur cet indicateur.

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

L'incendie :

Le feu est découvert vers 4 h du matin par le gardien du site dont la maison est face au stockage de bois. Les pompiers sont alertés aussitôt.

L'origine du feu demeure toutefois incertaine. Il semblerait que l'incendie se soit déclaré sur un broyeur. Lors de son enquête, l'inspection des installations classées note, selon le témoignage des employés, que le broyeur avait cessé son activité vers 17 h la veille. Les ouvriers n'ont par ailleurs rien remarqué de particulier qui ait pu initier la combustion du stockage de bois.

La gendarmerie d'Andrézieux-Bouthéon effectue une enquête pour déterminer les causes de l'accident.

La pollution au PCB :

Plusieurs éléments sont sans doute à l'origine de cette pollution :

- différents exploitants qui se sont succédés sur le site de St Cyprien sont susceptibles d'avoir déchargé, stocké et vidangé à l'endroit où s'est produit l'incendie (parcelle n°132) des transformateurs électriques contenant du pyralène ;
- les travaux de dépollution prescrits en 2001 à un ancien exploitant ont vraisemblablement été incomplets et n'ont porté que sur des parcelles adjacentes à la parcelle 132, celle-ci n'ayant pas été retenue dans l'étude simplifiée des risques réalisée par l'ancien exploitant ;
- l'implantation de l'unité de broyage de bois sur la parcelle n° 132 et non sur une parcelle voisine comme prévu dans le dossier de déclaration.

LES SUITES DONNÉES

Suites administratives

Lors de sa visite sur le site le 22 août 2008, l'inspection des installations classées constate que du bois est susceptible d'avoir été souillé ou traité par des produits chimiques. Le volume de bois stocké est par ailleurs supérieur à celui permis par le régime de déclaration. Un arrêté préfectoral d'urgence du 29 août 2008 prévoit des analyses des eaux souterraines du site et des sols des zones agricoles proches.

Le préfet de la Loire prescrit également par arrêtés préfectoraux des 29/8/2008, 3/9/2008, 8/12/2008 et 24/12/2008 :

- des investigations dans les sols, les eaux souterraines et superficielles afin de mesurer les conséquences de cet incendie sur l'environnement ;
- le nettoyage des zones contaminées ;
- la suspension de l'activité du site ;
- la régularisation de la situation administrative de l'entreprise ;
- la consignation du montant d'élimination des déchets ;
- l'intervention d'un organisme spécialisé pour éliminer les déchets ;
- la consignation du montant des travaux de dépollution.

Ces actes et notamment les sanctions administratives qui suivent (arrêtés préfectoraux portant mise en demeure : 29 mai 2009, 12 juin 2009 et consignation de somme le 23 juin 2009) permettent l'intervention d'un organisme spécialisé pour évacuer les déchets restant sur la parcelle n°132 en juillet 2009 (arrêté préfectoral du 29 juin 2009).

Afin d'identifier la contamination environnementale et son origine, l'inspection confie à un organisme expert une étude de caractérisation de l'état des milieux sur ce secteur. Une première modélisation est réalisée en prenant en compte la phase très active d'incendie sur quelques jours à compter du 22 août 2008.

L'étude confirme un impact important en dioxines et furannes sur la parcelle du sinistre, met en évidence un impact notable pour les parcelles proches du lieu de l'incendie et un bruit de fond local élevé pour celles se situant dans un périmètre plus éloigné (quelques kilomètres).

L'inspection des installations classées a été fortement sollicitée pour le suivi du site après l'accident : au total, plus d'une dizaine de visites d'inspection de la DREAL ont ainsi été réalisées sur la période allant d'août 2008 à avril 2011. Des dizaines de réunions de travail ont également été nécessaires.

Par ailleurs, les services de la DDPP de la Loire se sont également fortement mobilisés :

- nombreuses réunions de gestion de crise en mairie de Saint-Cyprien et en préfecture ;
- hébergement et encadrement de la cellule de crise inter-services ;
- près d'une centaine d'entretiens individuels d'assainissement avec tous les éleveurs ayant des animaux contaminés ;
- près d'un millier d'analyses effectuées dans le cadre du plan de surveillance et du suivi d'assainissement.

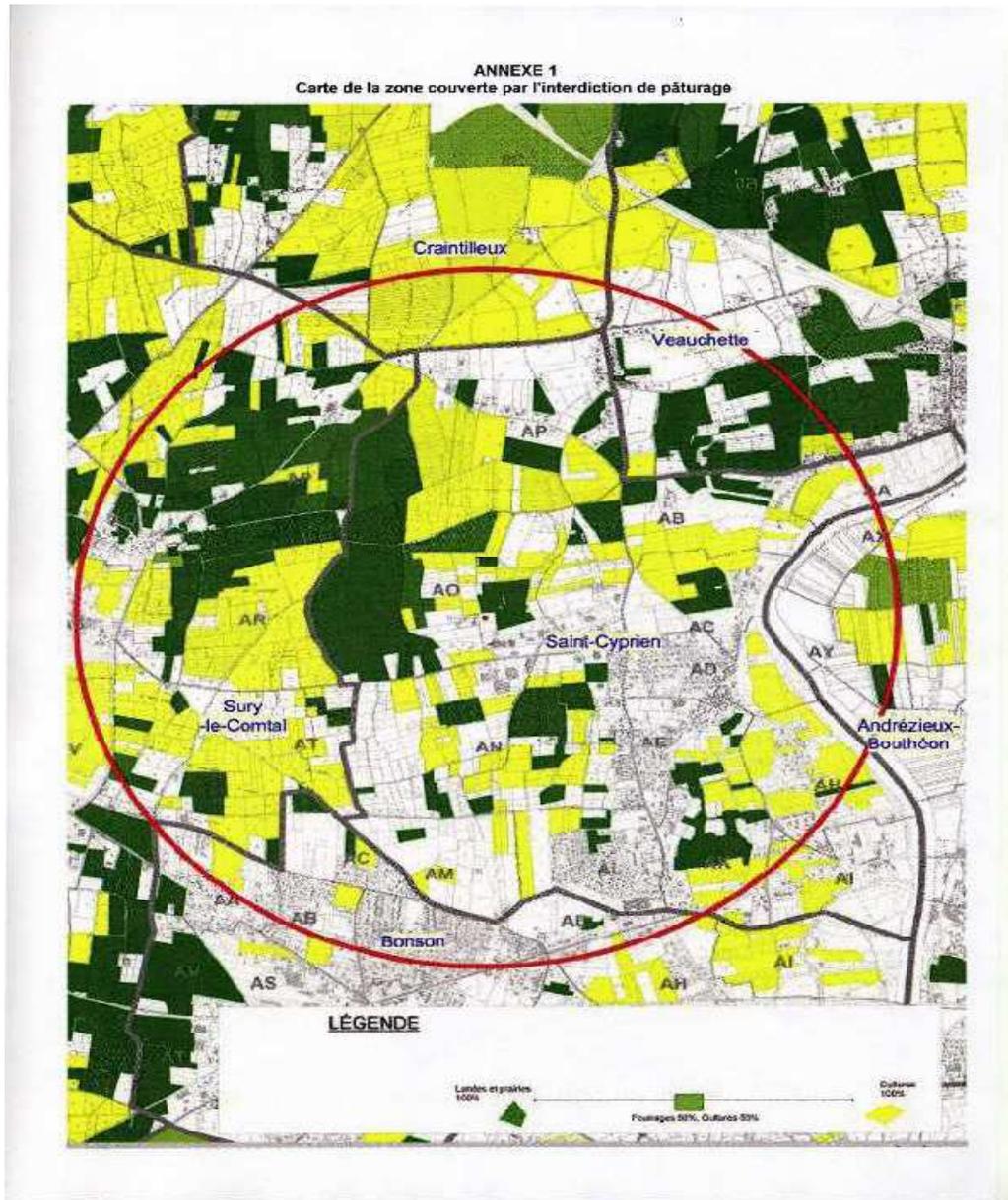
Aspects sanitaires

Un premier sondage de 10 prélèvements de lait et de graisse réalisés dans une zone se trouvant à plus de 5 km du site révèle que les 10 élevages laitiers prélevés ont des teneurs en PCB conformes, mais que 7 exploitations allaitantes sur 10 ont des résultats non-conformes.

Plusieurs actes administratifs sont pris pour limiter la consommation de produits de basse-cour et des produits d'origine animale, ainsi que pour interdire le pâturage.

Par ailleurs, de nombreux arrêtés préfectoraux (AP) d'interdiction de consommation ou de restriction d'usage sont progressivement pris :

- AP du 30 janvier 2009 interdisant la consommation des produits destinés à la consommation humaine potentiellement contaminés par les PCB de type dioxine ;
- AP du 17 avril 2009 interdisant la consommation de tous les produits de basse-cour et des produits d'origine animale produits dans une zone de 2 kilomètres autour du site ;
- AP du 25 mai 2009 prescrivant des mesures de surveillance sur une zone potentiellement contaminée aux PCB de type dioxine ;
- AP du 28 mai 2009 interdisant d'alimenter le bétail en eau par accès direct au cours d'eau du MALTAVERNE, de l'aval du site incendié jusqu'à la confluence avec la Loire ;
- AP du 2 juin 2009 interdisant la consommation des produits destinés à la consommation humaine potentiellement contaminés par les PCB de type dioxine (gibier de chasse) ;
- AP du 25 juin 2009 interdisant toute pratique agricole sur une bande de 200 mètres autour du site incendié ;
- AP du 11 septembre 2009 interdisant la consommation du gibier, sur une zone de 5 km ;
- AP du 8 décembre 2009 prescrivant des mesures relatives aux conditions de pâturage et d'abreuvement des animaux dans la zone des « 2 kilomètres » s'étendant sur les communes de Saint-Cyprien, Sury-le-Comtal, Craintilleux, Veauchette, Andrézieux-Bouthéon et Bonson.



DR

D'août 2008 à octobre 2011, 2353 animaux ont été abattus (principalement des bovins). L'équarrissage des animaux donne lieu, d'une part à des farines traitées par une cimenterie locale et d'autre part à des graisses susceptibles de contenir des PCB qui sont envoyées dans une usine de traitement en Belgique. 186 937 litres de lait cru ont été éliminés. Après écrémage, le lait est épandu et la crème est traitée en centre spécialisé. 320 tonnes de fourrage ainsi que près de 700 kg de produits de charcuterie sont incinérés.

Finalement, 960 animaux ont été abattus dans la zone du premier kilomètre, 186 dans le second kilomètre, 591 de 2 à 5 kilomètres et 518 dans la zone de surveillance au-delà des 5 km.

L'agence française pour la sécurité sanitaire des aliments sera saisie à plusieurs reprises sur les mesures à prendre pour limiter les risques de contamination au sein de la chaîne alimentaire. Elle a rendu un avis daté du 7 juillet 2009 relatif à la contamination de sols en dioxines et PCB de type dioxine et à l'utilisation possible de ces sols en lien avec d'éventuelles répercussions sur la qualité sanitaire de certains produits agricoles, ainsi qu'un avis complémentaire daté du 20 avril 2010 concernant la filière porcine.

Enfin, un avis daté du 1^{er} juin 2010 relatif à une contamination accidentelle des denrées alimentaires par les dioxines et PCB à Saint-Cyprien dans le département de la Loire a été rendu.

Plan de surveillance

Un plan de surveillance a été mis en place suite à une instruction de la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) sur la zone centrale des 2 kilomètres. Il a mis en évidence deux nouveaux cas positifs en 2010/2011 et a entraîné un nouvel abattage de près de 70 bovins. Ce plan de surveillance a été reconduit en 2011.

Communication de crise

Dès le départ, la gestion des conséquences de l'incendie fait l'objet d'échanges, dans un premier temps entre le maire de Saint-Cyprien, un organisme spécialisé dans les pollutions atmosphériques, le sous-préfet de Montbrison, le SDIS 42 (Service Départemental d'Incendie et de Secours), la gendarmerie, la DDASS (Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales), la DDEA (Direction Départementale de l'Équipement et de l'Agriculture) et la DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement, devenue DREAL). Ces premières réunions (11/09/2008, 15/10/2008, 18/11/2008) visent à faire un point régulier sur les premières conséquences identifiées : pollutions de l'air, des eaux superficielles et souterraines, ainsi que des sols.

Lors de la réunion du 18 novembre 2008, l'organisme fait un exposé des résultats d'analyses de l'air en PCB et dioxines. Ces réunions de suivi sont par la suite élargies à la DDSV (devenue DDPP) et à la profession agricole représentée par la chambre d'agriculture et la FNSEA (Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles), puis à la communauté d'agglomération Loire-Forez (CALF) et au Conseil Général de la Loire. La préfecture de la Loire organise 18 réunions entre décembre 2008 et octobre 2010.

Par ailleurs, la préfecture et/ou les services de l'Etat communiquent via la presse, lors d'interviews à la télévision et au journal local, et par l'intermédiaire du site Internet de la préfecture où une page spécifique à la crise PCB a été mise en place. Sur ce site, les principaux rapports, études, résultats d'analyses et arrêtés de restriction des usages sont mis à la disposition du public. Les maires et la profession agricole relayent également l'information.

Sur le plan sanitaire, les outils de communication, établis notamment par la DDASS, ont été diffusés aux municipalités, aux médecins des communes concernées par les retombées atmosphériques et sur le site Internet de la préfecture. Ces documents contenaient des recommandations pour limiter l'ingestion de PCB.

Traitement des déchets de l'incendie

Des stocks de bois broyés et des boues issues du curage des terres constituent l'essentiel des déchets. Le transport de ces déchets dans des filières spécialisées s'effectue entre le 10 et le 31 juillet 2009. Un bassin spécifique sera créé pour le nettoyage des roues de véhicules. Au-delà de sa fonction de limiter l'entraînement de la pollution à l'extérieur du site, ce bassin a également pour but de diminuer les salissures sur la voie publique.

L'envol de poussières constituait l'un des risques majeurs pour le personnel de ce chantier. Pour limiter cet envol lors du chargement des camions par une pelle mécanique, un arrosage hydraulique avait été prévu et une citerne de 10 m³ avait été installée à cet effet.

Au total, 70 rotations de camions seront nécessaires pour évacuer les stocks de déchets (1 678 tonnes de bois et 8,14 tonnes de boues de curage). Un transport complémentaire est également effectué pour les équipements de protection individuelle pollués, les eaux et la bâche ayant servi au bassin de nettoyage.

Devenir de la société de recyclage

Le 23 février 2010, la société est placée en liquidation judiciaire par le tribunal de commerce de Saint-Étienne. Par courrier du 26 mars, le mandataire liquidateur informe l'administration que la procédure actuellement en cours auprès de l'entreprise sera totalement impécunieuse.

La société a par ailleurs été rachetée le 12 mai 2009 par une autre entreprise. Toutefois, l'acte de cession du fonds de commerce exclut le site de St Cyprien du rachat.

Traitement des terres polluées

Environ 7 600 m³ de terre sont à évacuer, soit 12 000 tonnes. Compte tenu du montant des travaux de dépollution s'élevant à environ 2 millions d'euros et du fait que le site de St Cyprien est désormais considéré comme un site à responsable défaillant, seule l'intervention d'un organisme public peut permettre d'en assurer la mise en sécurité et de proposer une gestion pérenne de la situation.

Par courrier du 10 décembre 2010, le ministère du développement durable donne son accord au préfet de la Loire pour qu'un organisme public soit missionné afin :

- de réaliser une étude documentaire du site ainsi qu'une étude hydrogéologique et hydrologique du secteur ;
- de délimiter plus finement les zones concernées par un dépassement des seuils de gestion proposés par l'Afssa ;
- de proposer un plan de gestion de la pollution au droit du site ainsi que sur l'ensemble des parcelles impactées et présentant un risque sanitaire.

Dans une seconde phase, des travaux de dépollution seront menés.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

Bien que le dernier exploitant bénéficiait des autorisations administratives délivrées aux exploitants précédents, les dernières activités exercées sur le site relevaient a priori du seul régime de déclaration. Ainsi, un « simple site » soumis à déclaration peut être à l'origine d'importantes nuisances pour l'environnement : pollution aux PCB, abattage d'animaux...

Les expertises réalisées par des organismes spécialisés peuvent prendre du temps et peuvent parfois être difficilement conciliables avec la rapidité de prise de décision. Les agriculteurs dans le cas de Saint-Cyprien se sont impatientés face à l'absence d'explication alors que des mesures lourdes leur étaient imposées. En effet, des délais incompressibles retardent parfois les travaux de modélisation comme l'attente des résultats d'analyses des sols. De plus, des divergences très importantes dans les mesures réalisées par des laboratoires agréés peuvent poser des problèmes d'interprétation.

Une agence sanitaire sera par ailleurs saisie pour définir notamment les concentrations en PCDD/F et PCB dans les sols pouvant entraîner une contamination des produits animaux.

L'absence de prélèvements environnementaux datant du moment du sinistre est également souligné comme un handicap dans le travail d'analyse. Différentes hypothèses auraient pu être vérifiées si des fourrages datant de 2008 avaient été prélevés ou un niveau de référence du bruit de fond du secteur était disponible. Ainsi, un bon réflexe dans une situation similaire pourrait être de réaliser très rapidement des prélèvements dans la zone où se déroule l'accident.

Par ailleurs, cet accident montre les conséquences susceptibles d'être induites par des pollutions de sols sur les parcelles incendiées.

Enfin, la gestion de l'accident de Saint-Cyprien met en exergue la nécessité d'une bonne coordination entre les différents services administratifs de l'Etat tant au niveau local que national. Les services administratifs en charge de l'inspection des installations classées du type traitement des déchets, entrepôts, stockages de produits chimiques doivent être très réactifs en pareil cas et ne pas hésiter à solliciter l'aval d'organismes tiers.

En particulier, les outils du type systèmes d'information géographique (SIG) sont indispensables dans la gestion de ce type de crise qui a des conséquences sur un territoire représentant 42 communes. L'accès aux données SIG géré par différents services de l'Etat (en particulier DREAL/DDPP/DDT) doit être facilité et la participation de spécialistes SIG est indispensable à ce type de gestion de crise.

Le décret et l'arrêté du 19 juin 2009 (décret instituant une mesure d'indemnisation et fixant les modalités particulières de l'estimation des animaux abattus et des denrées et produits détruits sur ordre de l'administration lors d'une contamination de produits agricoles) a permis la prise en compte par l'État de l'incidence la plus lourde de la pollution, à savoir l'indemnisation pour la destruction des animaux et des fourrages contaminés.

De plus la méthode de protocole d'assainissement a été mise en oeuvre pour la première fois à cette échelle et a donné des résultats très positifs. Sans cette démarche, il est probable que 2 à 3 fois plus d'animaux auraient dû être abattus.

En outre, la loi de Modernisation Agricole n° 2010- 874 du 27 juillet 2010 a instauré en son article 26 un fonds national de gestion des risques en agriculture (FNGRA), qui remplace l'ex fonds national de gestion des calamités agricoles (FNGCA). Ce fonds a pour objet de participer au financement des dispositifs de gestion des aléas climatiques, sanitaires, phytosanitaires et environnementaux dans le secteur agricole.

Rupture d'une canalisation de transport d'hydrocarbures liquides

7 Août 2009

**Plaine de la Crau (Bouches-du-Rhône)
France**

Rejets
Pipeline
Hydrocarbures
Défauts de construction
Dépollution
Zone naturelle protégée

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

L'ouvrage est un pipeline dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

- dimension nominale = 40 pouces (102 cm) ;
- pression de service = 40 bars ;
- année de mise en service = 1972 ;
- capacité de transport de 35,8 millions de tonnes de produit par an ;
- longueur = 714 km.

La canalisation véhicule des produits pétroliers (brut) pour les raffineries de Cressier (Suisse), Reischtett (France), Miro (Allemagne), ainsi que pour le complexe pétrochimique de Carling (France) dans le sens Fos-sur-mer (Provence-Alpes-Côte-d'Azur) / Oberhoffen (Alsace).

La société chargée de l'exploitation du pipeline dispose de 2 autres ouvrages parallèles au premier :

- un pipeline de 24 pouces reliant Fos à Feyzin (longueur 260 km) ;
- un pipeline de 34 pouces (longueur 770 km) qui n'était pas utilisé au moment des faits.

A l'endroit de la fuite, le pipeline traverse la Réserve Naturelle Nationale des Coussouls de Crau, classée « Natura 2000 » et qui abrite plusieurs espèces protégées.

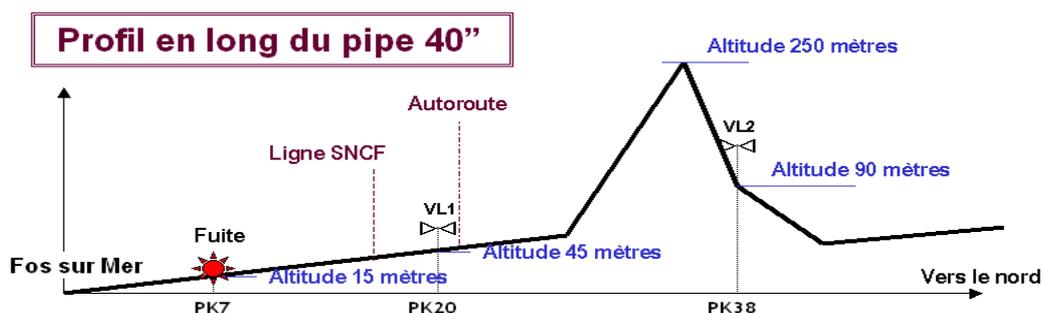


Tracé du pipeline en France (D.R.)

L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT, SES EFFETS ET SES CONSÉQUENCES

L'accident :

Afin de mieux comprendre la chronologie des événements, il convient de se référer au profil en long de l'ouvrage sur les 50 premiers km où sont matérialisées les différentes vannes de sectionnement télécommandées (VL1 et VL2) :



Chronologie des événements :

7h32 : Une chute de pression est détectée en salle de contrôle (décrochage de pression de 38 bars à 2,5 bars). Les pompes s'arrêtent automatiquement. Un opérateur part contrôler les vannes.

7h35 : L'exploitant du pipeline reçoit un appel d'un gardien de la réserve naturelle de la Crau pour signaler une fuite. Cependant, les informations communiquées ne permettent pas de localiser facilement l'endroit exact de la fuite. La procédure de vidange rapide du pipeline est déclenchée.

Le pipeline étant à l'arrêt, la pression à l'intérieur de l'ouvrage dépend uniquement du relief (pression hydrostatique).



Jet d'hydrocarbures (D.R.)

7h50 : L'exploitant déclenche son plan de secours et d'intervention (PSI).

8h00 : Des équipes d'intervention sont envoyées sur place (PK 38).

8h03 : La vanne VL2 à Saint Rémy de Provence est fermée.

Le rétropompage débute.

8h24 : Les pompiers sont alertés.

8h29 : La vanne VL1 est fermée après confirmation de la localisation de la fuite en salle de contrôle.

9h18 : Les pompiers et la gendarmerie arrivent sur le site et un périmètre de sécurité est mis en place.

13h00 : Une tranchée drainante à l'ouest de la fuite est réalisée afin d'éviter le risque de propagation horizontale. La secrétaire d'Etat à l'écologie est sur place à 16h30.

La procédure de vidange rapide de l'ouvrage se termine le lendemain à 3h40 du matin. Le volume d'hydrocarbures récupéré par cette méthode est estimé à 11 794 m³. Les travaux de pompage des hydrocarbures répandus sur le sol commencent à 12 h. De nombreux hydro-cureurs sont mobilisés afin de récupérer le pétrole en surface pendant les 36 premières heures.

Le PSI est levé par l'exploitant le 10 août à 9 h.

Les conséquences :

Impact sur l'environnement :

5 400 m³ de pétrole brut ont été rejetés sur 5 ha en pleine réserve naturelle. La nappe de pétrole a été mesurée par un expert géomètre.



Zone polluée (SDIS 13)

Des sondages, carottages et analyses de terres sont réalisés pour évaluer en profondeur l'impact de la pollution sur la zone concernée.

La nappe phréatique étant située entre 9 et 12 m de profondeur, un ensemble de 72 piézomètres est progressivement mis en place dans les mois qui suivent la fuite afin de suivre l'impact de la pollution sur les eaux souterraines, ainsi qu'une barrière hydraulique pour contenir la migration éventuelle de cette pollution.

Les analyses régulièrement effectuées par l'exploitant du pipeline à la demande des autorités montrent qu'aucun captage d'eau situé en aval hydraulique, que ce soit pour l'irrigation, l'alimentation animale ou humaine, n'a été affecté.

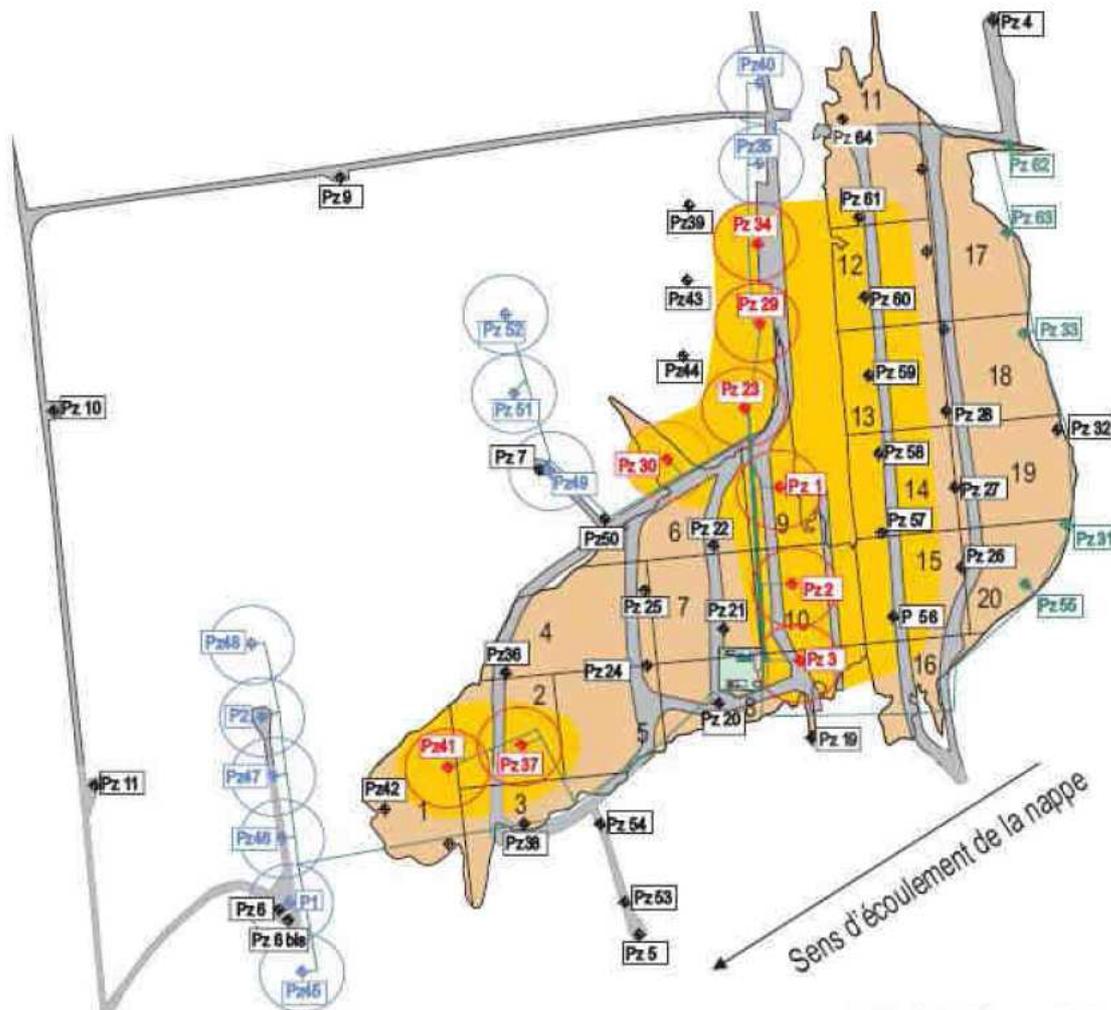


Schéma de protection de la nappe phréatique

DR

Par ailleurs, de nombreuses études sont réalisées pour caractériser le plus précisément possible l'impact de l'accident sur la faune et la flore locale de cette réserve naturelle. Toutefois, les conséquences sont difficiles à apprécier au-delà de la zone polluée faute d'état de référence précis même dans une réserve naturelle. Le coussoul (flore) est détruit sur les 5 hectares impactés par la pollution.



Le Coussoul - DR

Conséquences économiques :

A la suite de l'arrêt du pipeline, une rupture d'approvisionnement en produit brut menace de pénurie plusieurs raffineries : Cressier en Suisse, Reichstett en Alsace, Karlsruhe en Allemagne et Feyzin en France.

Afin d'éviter la rupture d'approvisionnement complète, il est envisagé d'utiliser la canalisation voisine de 24 pouces jusqu'à Saint-Quentin-Fallavier, puis de repasser à nouveau sur le pipeline de 40 pouces après réparation et contrôle.

Cette solution ne permet pas d'approvisionner normalement les raffineries (déficit de 2 000 m³/h de capacité), mais évite l'arrêt total des unités. La raffinerie de Cressier en Suisse s'arrêtera cependant par manque de produit à raffiner.

Un an après le sinistre, la société exploitant le pipeline assure avoir dépensé 50 millions d'euros pour les conséquences de la fuite, dont une dizaine pour la restauration de l'environnement.

Échelle européenne des accidents industriels :

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des États membres pour l'application de la directive 'SEVESO' et compte tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

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

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

L'indice « Conséquences environnementales » est égal à 3 car 5 ha d'une réserve naturelle sont pollués ('paramètre H3').

L'indice « Conséquences économiques » est coté à 5 en raison du coût des travaux de réhabilitation qui s'élève à environ 10 millions d'euros ('paramètre €18').

L'indice « Matières dangereuses relâchées » n'est pas coté car le pétrole brut ne figure pas dans la liste des produits figurant à l'annexe 1 de la directive Seveso.

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

Une rupture « boutonnière » de 15 cm de large et de 1,8 m de long sur une soudure longitudinale est à l'origine de la fuite. Plusieurs hypothèses sont envisagées pour expliquer cette rupture.

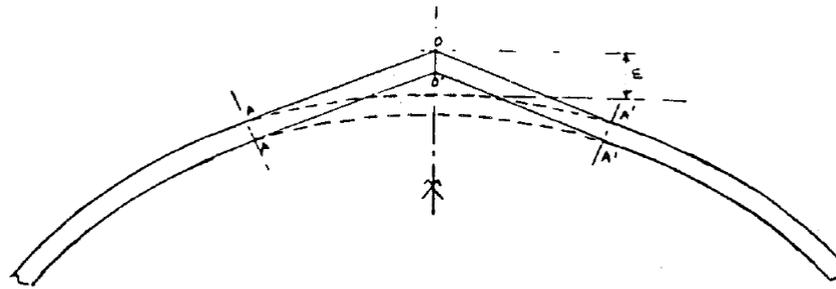


Rupture "boutonnière" du pipeline de 40 pouces (D.R.)

Effet de toit

Des similitudes sont observées avec un ancien accident qu'avait déjà rencontré l'exploitant à Saint-Rémy-de-Provence en 1980 (ARIA 14766), reposant sur la présence d'un tube avec effet de toit, avec amorçage de fissure et rupture par fatigue.

Le pipeline de 40 pouces est constitué de 5 190 tubes du même constructeur susceptibles de présenter ce défaut. Ces tubes sont implantés dans la partie sud du tracé de l'ouvrage, mais ne sont pas adjacents. A la suite d'une campagne de mesure avec un racleur instrumenté, les effets de toit de ces tubes se sont avérés être compris entre 0 et 4 mm.



Schématisme de l'effet de toit

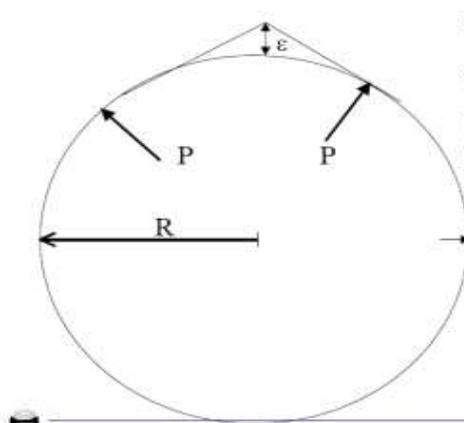
DR

Un laboratoire spécialisé avait modélisé le comportement des tubes présentant un effet de toit inférieur ou égal à 3,5 mm en fonction des variations des sollicitations engendrées par les variations de pression au cours du temps. Ceux présentant un effet de toit supérieur à 3,5 mm avaient fait l'objet d'un contrôle sur le terrain. Sur la base de ces études, une épreuve de résistance à 150 % de la pression maximale de service (PMS) devait être réalisée début 2011.

Le dernier contrôle des tubes a été effectué en 2003 ; 5 tubes ont été contrôlés y compris celui qui a éclaté. Les contrôles ont confirmé les effets de toit, qui n'ont que peu varié et aucune fissure n'a été détectée avec les moyens de contrôle ultrasonore utilisés.

Fatigue

NOCIVITE EFFET DE TOIT



$$\sigma_{nom} = \frac{PR}{e}$$

Effet de toit (ϵ)

$$\sigma = \sigma_{nom} \left[1 + \frac{6\epsilon}{e} \right]$$

Hyp: Petits déplacements
 $R = 500 \text{ mm}; \epsilon = 5 \text{ mm}; e = 10 \text{ mm}$
 $\Rightarrow \sigma = 4\sigma_{nom}!$

Source: Ecole des Mines de Paris

Délaminage

Après l'accident, un défaut de délaminage a été mis en évidence au niveau de la soudure longitudinale d'un autre tube présentant un effet de toit et qui se situe non loin du tube qui a éclaté. L'exploitant compare ce constat avec les résultats de l'inspection de 2003 du tube qui s'est rompu.

Dans le rapport d'inspection de 2003, lors de l'examen ultrasonore aucune indication s'apparentant à de la fissuration en racine sur la soudure longitudinale n'a été décelée, mais des zones de délaminage ont été détectées.

L'exploitant soumet ces éléments à un organisme spécialisé.

Les premières conclusions du tiers expert après analyse du rapport de contrôle de 2003 relèvent « la présence de surfaces importantes de délaminage de la tôle du tube au droit du joint soudé longitudinal, précisément dans la zone de rupture. Isolément ce défaut n'est a priori pas préjudiciable à la tenue en service de la canalisation. Néanmoins, compte tenu de sa localisation, il présente 2 inconvénients majeurs :

- celui de rendre impossible tout contrôle d'intégrité de la racine de la soudure ;
- en combinaison avec une fissure de fatigue, il est de nature à réduire considérablement la durée de vie du tube sous chargement cyclique (par exemple, vitesse de propagation d'une fissure de fatigue augmentée par rapport au modèle théorique).

Le délaminage pouvait donc masquer des fissures internes s'initiant depuis l'intérieur du tube.

A la demande de l'exploitant, un laboratoire spécialisé en métallurgie analyse comment le dédoubleage pouvait impacter le phénomène de fatigue. Cet organisme conclut qu'il n'y a pas de relation directe entre la présence d'un délaminage et

un développement accéléré d'une fissure. Le délaminage joue essentiellement le rôle d'un masque, gênant la détection d'une fissure depuis la peau externe ou interne.

Caractéristiques de l'acier constituant le tube :

Les essais effectués par un laboratoire spécialisé montrent que les caractéristiques mécaniques du tube accidenté sont variables, et descendent parfois en dessous des minima acceptables dans les normes de fabrication, en particulier, certaines valeurs de résilience (caractéristique de l'acier représentant sa capacité à résister à la propagation de fissures).

Selon l'exploitant cette analyse du caractère exceptionnel du tube rompu est renforcée par le passage du racleur instrumenté détecteur de fissures en avril 2010. Lors de ce passage, aucun autre tube présentant une amorce de fissure significative n'a été détecté. Le tube qui a éclaté apparaît donc comme singulier au sein du pipeline.

LES SUITES DONNÉES

A la suite de l'accident, les principaux problèmes rencontrés concernent la pollution du sol, du sous-sol et de la nappe phréatique, l'impact environnemental sur la réserve naturelle, ainsi que la nécessité de remettre en service l'ouvrage en raison des importantes contraintes économiques que son arrêt génère.

A- Pollution du sol et du sous-sol

Les principales actions engagées concernent :

- le maintien de la sécurité au regard du fort risque d'incendie et d'explosion ;
- la nécessité de limiter l'impact de l'événement et du chantier de dépollution sur la faune et la flore de la réserve naturelle (milieu très sensible) ;
- la limitation de l'impact de la pollution sur la nappe phréatique sensible dans le secteur (captages d'alimentation en eau potable de Port-Saint-Louis-du-Rhône et de Fos-sur-Mer à quelques kilomètres et pompages agricoles à quelques centaines de mètres) ;
- l'engagement rapide des travaux de dépollution et des investigations pour estimer l'impact sur la réserve naturelle.

Dépollution de la nappe phréatique

A partir du 19 décembre 2009, une société spécialisée procède dans un premier temps à l'écrouissage des hydrocarbures de surface à partir de 3 puits distants d'une cinquantaine de mètres proches du couloir de pipes (première zone de la nappe atteinte par cette pollution). 43 puits supplémentaires sont ensuite forés pour mailler la zone impactée et compléter ce réseau par un dispositif de rabattement (barrière hydraulique). Les eaux aspirées à partir des puits sont dirigées vers une unité de traitement implantée sur place, et dépolluées par filtration sur charbon actif. Après analyse, les eaux traitées sont réinjectées dans la nappe en amont hydraulique.

En août 2010, 200 litres d'hydrocarbures sont encore extraits chaque semaine de la nappe phréatique par écrouissage.

Enlèvement des terres polluées

Le protocole d'enlèvement des terres fait l'objet d'accords entre les gestionnaires de la réserve et les différents intervenants pour prévenir de nouveaux dommages sur le milieu naturel et limiter les effets des travaux de dépollution.

Des problèmes sont néanmoins identifiés après plusieurs jours d'intervention :

- ⤴ des surfaces préservées « contaminées » par le passage des camions et des engins de chantier ;
- ⤴ des poussières polluées transportées par le vent lors du chargement des camions.

Le bilan à fin 2010 fait apparaître que plus de 73 000 tonnes de terre polluées ont été décaissées et transportées depuis le 21 août 2009 dans un centre de traitement d'un département limitrophe. Ces terres proviennent du décapage des sols de la zone polluée sur une quarantaine de cm hors du couloir de pipes.

Sur les 73 000 tonnes de terre :

- ⤴ 23 500 tonnes ont été orientées sur une installation de stockage de déchets dangereux de classe 1 ;
- ⤴ 49 500 tonnes ont été orientées vers un traitement biologique et réutilisées ensuite sur le site du centre de stockage comme matériaux de couverture.

Fin 2010, les experts estiment qu'entre 600 et 1600 m³ d'hydrocarbures sont encore présents dans le sol à partir des différents bilans matières réalisés avec les incertitudes associées.

B- Remise en route de l'ouvrage

Afin de pouvoir redémarrer l'exploitation de la conduite de 40 pouces et ainsi éviter la pénurie de produits finis dans les zones de desserte, l'exploitant établit un programme en plusieurs phases :

- la première phase est de redémarrer le pipeline en activité réduite. A cet effet, 19 tubes identifiés comme les plus critiques au niveau des effets de toit sont contrôlés ; 16 tubes sont renforcés par manchons époxy et 3, dont celui éclaté, remplacés ;
- la seconde phase consiste à développer et à passer un racleur instrumenté pour mesurer avec précision les effets de toit ;
- la troisième phase consiste à réhabiliter le pipeline de 34 pouces dans la partie sud afin de pouvoir basculer le transport ;
- la quatrième phase consistera à basculer le transport du pipeline de 40 pouces vers celui de 34 pouces en partie sud en inertant le pipeline de 40 pouces ;
- et enfin, la cinquième phase consiste à dégager les tubes identifiés lors de la seconde phase et à établir un plan pour réparer tous les tubes présentant un effet de toit supérieur ou égal à 3,5 mm ainsi que les tubes avec un défaut de délaminage et un effet de toit supérieur à 3,0 mm, dans la mesure où il est décidé de continuer à utiliser l'ouvrage de 40 pouces.

Une fois les réparations terminées sur le pipeline de 40 pouces, l'exploitant réalise un test de résistance hydraulique des différents tronçons. Ces essais commencent le 30 novembre 2009 en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur et se terminent avant Noël en région Franche-Comté.

C- Remise en état du site directement impacté

Sur la zone de 5 ha, le remblaiement sur environ 0,40 m d'épaisseur a été réalisé avec des matériaux locaux transférés depuis une carrière proche en respectant la structure originelle du sol. La couche de surface a été reconstituée en transférant directement du coussoul prélevé sur les zones non encore exploitées de cette carrière. Un suivi scientifique est prévu pour observer la reconstitution de ce coussoul. Ces travaux se sont achevés le 15 avril 2011.



Vue aérienne – mars 2011 – DR



Zone restaurée et compactée – DR



Étalement de terre en surface - DR

D- Suivi administratif

Des arrêtés préfectoraux d'urgence sont pris à partir du 13 août 2009 pour imposer à l'exploitant les conditions de gestion des suites de cet accident. Des arrêtés successifs prescrivent notamment :

- la suspension de l'activité ;
- la remise d'un rapport d'accident sous 10 jours ;
- la fourniture de la liste des tubes présentant les mêmes défauts que celui qui a éclaté ;
- le recours à un tiers expert aux frais de l'exploitant ;
- le maintien en sécurité du site de l'accident vis-à-vis des personnes, des biens et de l'environnement ;
- l'étude des causes et mesures à prendre pour éviter le renouvellement d'un tel sinistre ;
- une étude technico-économique de toutes les hypothèses d'acheminement du produit ;
- les conditions de dépollution et de réhabilitation du site impacté ;
- les études d'incidence de cette pollution sur l'environnement pendant l'accident et pendant les travaux de dépollution.

Afin d'encadrer de manière concrète les différents problèmes touchant l'environnement, plusieurs comités sont créés :

- ✧ un comité de suivi environnemental présidé par le sous-préfet d'Arles qui réalise un point régulier de l'avancement des opérations de dépollution, ainsi que le suivi de la nappe phréatique et qui informe l'ensemble des personnes et collectivités concernées ;
- ✧ des comités techniques restreints pour chacune des problématiques identifiées chargés d'élaborer des protocoles d'actions pour :
 - inventorer les impacts sur la faune et la flore et définir des modalités de travail dans la réserve ;
 - définir des conditions de réhabilitation du site impacté ;
 - gérer les eaux pluviales et surveiller puis dépolluer la nappe phréatique ;
 - dépolluer les sols et gérer les terres.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

Plusieurs enseignements ont été tirés de l'accident :

Vieillessement des installations :

Face à la succession d'accidents survenus début 2009 dans les industries chimiques et pétrolières, ainsi que dans le transport de matières dangereuses par canalisation, une rencontre sur les enjeux de sécurité industrielle et de la protection de l'environnement est organisée en septembre 2009 entre la secrétaire d'Etat à l'écologie et les principaux dirigeants de ces secteurs. Ces derniers formuleront des propositions pour améliorer la sécurité de leurs équipements, en renforçant notamment les contrôles du vieillissement des installations et leur maintenance, tout en s'engageant à

mieux tenir compte des zones écologiquement sensibles pour améliorer la protection des espèces ou des zones protégées.

En août 2010, un an après l'accident, la secrétaire d'Etat à l'écologie dresse un bilan des dispositions prises depuis pour améliorer la sécurité des canalisations. Le plan d'actions visant à limiter les risques liés au vieillissement des équipements lancé le 13 janvier 2010 prévoit ainsi une augmentation de la fréquence des contrôles ainsi qu'un meilleur recensement des zones naturelles le long du tracé des ouvrages. Toutes les canalisations présentant un effet de toit, défaut présenté par l'oléoduc accidenté, devront ainsi avoir subi un contrôle d'ici 2012.

Contrôle et suivi des installations :

Au-delà de la problématique liée aux travaux réalisés à proximité des ouvrages, l'accident de la Crau illustre particulièrement bien qu'une rupture brutale peut se produire dans d'autres circonstances. Ici, les méthodes de contrôle mises en œuvre n'étaient visiblement pas assez performantes pour détecter à temps les défauts susceptibles de naître en exploitation.

Par ailleurs, le tube était affecté d'un défaut de délaminage qui, même s'il n'est pas gênant en tant que tel vis-à-vis de la résistance mécanique du tube, peut introduire des difficultés dans la localisation de défauts plus importants. En effet, lors des contrôles par ultra-sons, le signal émis lors du passage du racleur correspond au premier défaut intercepté par le faisceau ultrasonore. De plus, un signal faible mais représentatif d'un défaut inacceptable peut être masqué par un signal important mais correspondant à un défaut acceptable.

Dépollution du site :

Le temps est un facteur déterminant pour limiter l'impact environnemental car les hydrocarbures s'infiltrent dans le sol, en augmentant ainsi la quantité de terres à traiter et en menaçant la nappe phréatique.

Pour faire suite à l'accident de la plaine de La Crau et à titre d'expérimentation, en août 2010, la secrétaire d'Etat lance un projet visant à créer à proximité de la zone impactée de la plaine de la Crau une réserve d'actifs naturels permettant de compenser les impacts négatifs à la biodiversité.

L'opération, menée par une société spécialisée, consiste à restaurer les habitats d'espèces rares et menacées en transformant un verger industriel en une zone de pâturage. L'expérimentation comprendra, au terme de 3 ans, 4 sites dans des contextes écologiques différents.

L'accidentologie recense de nombreux cas de fuites sur des canalisations de transport de matières dangereuses :

ARIA 168 – Accident de Rosteig (France) le 28 juillet 1989,

ARIA 14768 - Accident de Grenoble (France) le 18 janvier 1984,

ARIA 35176 - Accident d'Appomattox en Virginie (États-Unis) le 14 septembre 2008...

Rejet massif de boue rouge d'aluminium après rupture d'un bassin de stockage

4 octobre 2010

Kolontár
Hongrie

Aluminium
Bassin de rétention
Impact environnemental
Effets transfrontaliers
Gestion de crise
Pollution aquatique

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site :

L'usine de production d'aluminium se situe à environ 100 km au sud-ouest de Budapest à proximité de la ville d'Ajka. Fondée en 1995 au moment de la privatisation du secteur de l'aluminium en Hongrie, cette entreprise est propriétaire de l'ancienne usine d'Etat qui fonctionne depuis 1942. Au moment de la privatisation, l'entreprise s'implique dans toutes les étapes de la production d'aluminium (mine de bauxite dans le Bakony, usine d'aluminium dans la ville d'Ajka, fonderie d'aluminium à Inota). L'entreprise exporte 75 % de sa production vers l'Europe de l'Ouest. Elle est également présente dans les pays voisins (Slovénie, Roumanie et Allemagne) où elle a acheté des entreprises opérant dans le même secteur d'activité.



1. Emplacement du site

L'unité concernée :

L'usine déverse la boue rouge dans des bassins de rétention dans la vallée de la Torna située entre Ajka et Kolontár. De 1943 à 1968, la boue rouge est déposée dans les réservoirs 1 à 4 situés dans l'enceinte de l'usine. A partir de 1967, six nouveaux réservoirs (5-10) sont construits à l'ouest de l'usine. Le réservoir 10, dans lequel l'accident a eu lieu, est utilisé depuis 1998.

L'usine s'étend sur 49 hectares et les réservoirs couvrent 207 hectares supplémentaires. Le volume du réservoir 10 est de 4 500 000 m³ et il occupe à sa base 19 hectares. Les murs de l'enceinte sont hauts de 21 à 25 mètres et larges de 10 mètres à leur sommet.



DR

2. Image satellite du réservoir 10 et de la ville de Kolontár avant l'accident

L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT ET SES CONSÉQUENCES

La description ci-dessous de l'accident, ainsi que les informations relatives aux causes, suites données et enseignements tirés, sont basées sur les éléments communiqués par les autorités hongroises.

L'accident :

Le 4 octobre 2010 vers midi, une fissure (d'environ 50 mètres de long) apparaît sur le mur d'enceinte du bassin de rétention de boue rouge du réservoir 10. Une eau fortement alcaline issue du processus Bayer pour le traitement de la bauxite, contenant des résidus d'aluminium et de métaux toxiques, inonde immédiatement la ville de Kolontár, puis celle de Devecser ainsi que d'autres villes. La protection de la vie et des biens des habitants et la préservation des ressources naturelles et des zones agricoles requièrent une réaction immédiate.

La boue rouge est un déchet résultant de la production de l'aluminium comportant environ 24 à 45 % d'oxyde de fer, des composés métalliques (oxyde d'aluminium, dioxyde de titane, dioxyde de silicium, oxyde de sodium et oxyde de calcium) et moins de 1 % d'oxyde de métaux de terres rares. La boue rouge contient également de l'hydroxyde de sodium, une base caustique.

En raison de la rupture de la digue, la rivière Torna et la vallée sont contaminées par plus d'1 million de m³ de boue rouge alcaline. Le panache de pollution atteint à 18h le jour-même la rivière MARCAL, alors en phase de décrue suite à une inondation récente, ce qui ralentit le transport de la pollution. Le 5 octobre au matin, la Hongrie envoie un message d'alerte à tous les pays du bassin du DANUBE par le biais de l'Accident Emergency Warning System (AEWS) et des PIAC (centres nationaux d'alerte) instaurés par la convention pour la protection du DANUBE. Le panache de pollution dépasse le village de Mersevár à 15h le 5 octobre.



DR

3. Enceinte après la rupture



DR

4. Contamination le long de la Torna

Afin d'atténuer les dommages sur l'environnement, les Directions de l'eau et de l'environnement concernées (Székesfehérvár, Szombathely, Győr) déclarent l'état d'urgence le jour même. Le niveau d'alerte maximal (niveau III.) est déclenché le 4 octobre à 16 h le long des rivières TORNA et MARCAL sur une distance totale de 92,3 km.

Lors de la commission de coordination gouvernementale qui se tient le 5 octobre 2010 à 16 h, des décisions sont prises concernant la reconstruction immédiate de la digue du bassin de rétention et le traitement ultérieur des résidus de boue rouge dans la zone.

Dans le cadre des activités d'atténuation pour réduire l'effet alcalin, du gypse est répandu au matin du 5 octobre dans le village de Kolontár, puis dans les villages de Devecser et de Somlóvásárhely ainsi que dans la rivière MARCAL depuis le pont qui relie Szergény et Vinár. La dispersion de gypse s'est poursuivie plus tard par avion. En aval de la rivière MARCAL (au km 22), un dépôt de gypse a été créé à Mórchida. Des lances à eau sont utilisées pour augmenter l'efficacité du mélange du gypse aux substances polluantes.

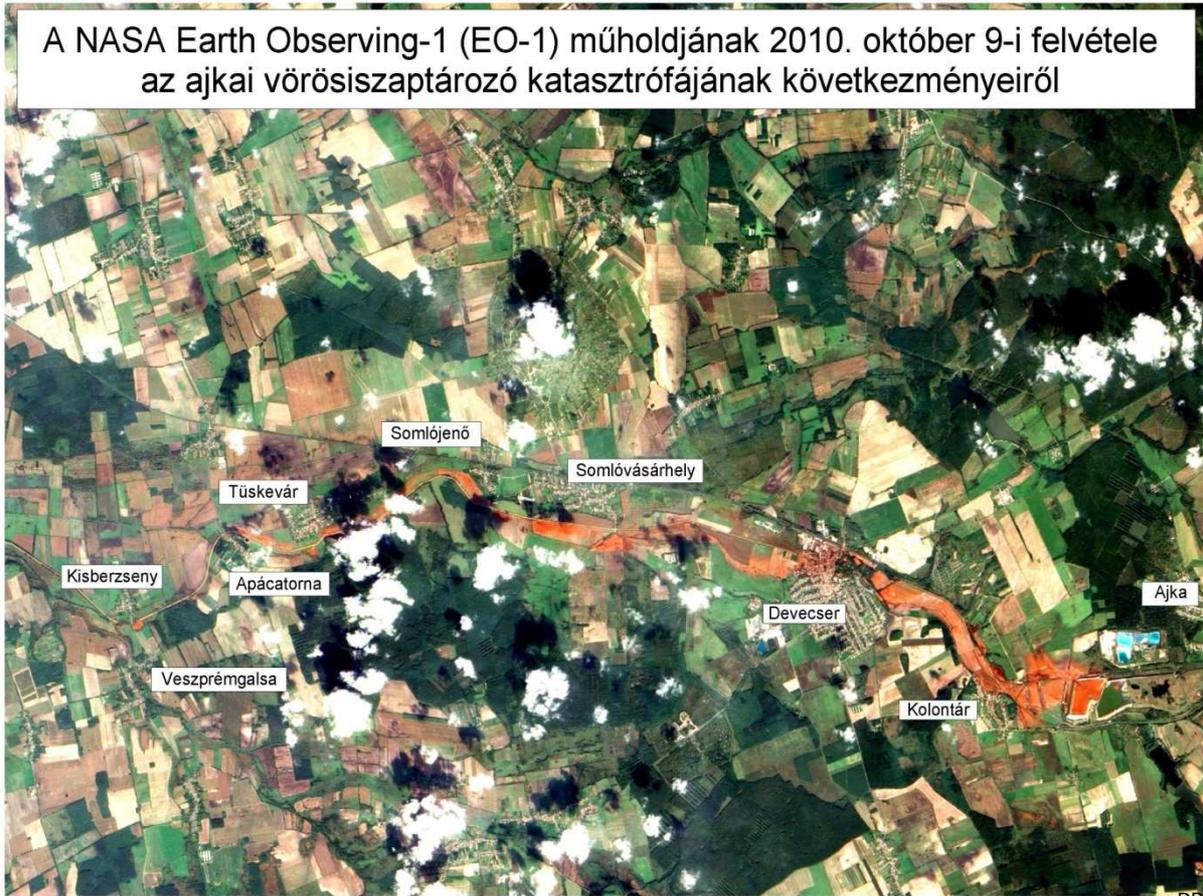
La Hongrie a mis en œuvre d'importantes mesures le long de la rivière MARCAL avant l'arrivée du panache de pollution afin que se déposent les solides en suspension probablement contaminés par des métaux lourds. Dans cette optique, sept barrages fluviaux (obstacles créés artificiellement sous l'eau, dans le lit de la rivière), sont construits pour arrêter les éléments contaminants les plus denses (la boue rouge) dans le lit de la rivière.



5. Barrage dans le lit de la rivière

Un vaste procédé de neutralisation à l'acide acétique est mis en place en fin de course de la MARCAL (en amont de sa confluence) afin d'obtenir un pH acceptable. L'eau polluée par la boue rouge rejoint le DANUBE après un long processus de dilution dans les rivières RÁBA et MOSONI-DANUBE, où aucun problème de qualité d'eau ni de danger pour la santé n'est relevé. La Hongrie réussit ainsi à éviter que les eaux de la RÁBA et du DANUBE ne soient gravement polluées par les métaux lourds et l'élévation du pH.

L'objectif premier de la Hongrie est de contenir le panache de pollution à l'intérieur du pays, de concentrer la boue dans le lit de la MARCAL et d'éviter que la pollution n'atteigne le DANUBE en empruntant la RÁBA et la MOSONI-DANUBE.



6. Image Satellite de la zone (9/10/2010)

L'agence environnementale et l'institut de santé publique procèdent à des contrôles réguliers de l'air pollué par les poussières. La communication sur les risques vers le public est assurée par le gouvernement et le ministère de l'Intérieur.

Conséquences de l'accident :

Cet accident est la plus grave catastrophe industrielle survenue en Hongrie. On dénombre au total 10 morts, 286 blessés (121 personnes ont dû être hospitalisées). Les dégâts environnementaux et économiques sont considérables : 51 maisons endommagées par la boue rouge à Kolontár, 275 à Devecser et 39 à Somlónásárhely, un millier d'hectares de sol contaminé. 284 maisons sont irrécupérables et doivent être détruites. De plus, les écosystèmes des rivières TORNA et MARCAL sont gravement touchés.

Les interventions étant toujours en cours, les effets sur le long terme ne peuvent pas être mesurés avec précision.

Échelle européenne des accidents industriels :

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des autorités compétentes des États membres pour l'application de la directive « SEVESO II » sur la manipulation de substances dangereuses et compte tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

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

Le paramètre Q1 a une cote de 1, car la boue rouge contient en faibles proportions des substances visées par la directive « Seveso »

Le paramètre Q2 a une cote de 0 : aucune substance explosive n'était impliquée

Le paramètre H3 a une cote de 6 : 10 personnes sont décédées, toutes parmi la population civile

Le paramètre H4 a une cote de 6 : 121 blessés ont été hospitalisés, pour la plupart des personnes civiles

Le paramètre H5 a une cote de 6 : plus de quatre cents blessés ont été soignés sur place

Le paramètre H6 a une cote de 6 : 365 maisons et autres bâtiments ont été endommagés

Le paramètre H7 a une cote de 6 : car 800 habitants ont été évacués et bon nombre d'entre eux n'ont pas pu rejoindre leur domicile en raison des dégâts causés

Le paramètre H8 a une cote de 2 : les réseaux publics n'ont été que marginalement affectés

Le paramètre H9 a une cote de 6 : car tous les habitants et les équipes de secours sont soumis à un contrôle médical régulier depuis cet accident, conformément aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé

Concernant les paramètres Env10, Env11 : des mesures sont encore en cours afin de réaliser une estimation, mais aucun résultat n'est disponible pour le moment

Le paramètre Env12 a une cote de 6 : car plus de 10 millions de m³ d'eau ont été contaminés

Le paramètre Env13 a une cote de 6 : 1000 hectares ont été contaminés

La cote du paramètre €17 est environ 6 : cependant, aucune estimation précise n'est disponible pour le moment pour permettre d'évaluer le montant exact

Les paramètres €15, €16 et €18 ne peuvent pas être déterminés correctement pour le moment car les évaluations ne sont pas terminées

Les paramètres composant ces indices et le mode de cotation correspondant sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr>

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

Le 4 octobre 2010 à 12h30, la digue ouest du réservoir 10 cède et environ 1 000 000 m³ de boue rouge et d'eau alcaline inondent les villages de Kolontár, Devecser et Somlóvásárhely situées en aval sur la TORNA.

Au moment de l'accident, l'usine d'aluminium utilisait encore la méthode humide, une technique de production ancienne qui génère la boue rouge. Il est important de souligner que les bassins de rétention n'avaient pas pour seule fonction de recueillir les résidus, mais entraient également dans le processus de production (la phase liquide contenue dans les effluents était réutilisée). C'est ce qui explique la présence dans le réservoir de boues rouges quasi-solides (peu dangereuses isolément) mais aussi d'un volume considérable d'eau alcaline. Au cours du processus de production, cette dernière était récupérée et réinjectée dans l'usine pour être utilisée ultérieurement.

L'année 2010 a connu des précipitations particulièrement intenses qui constituent l'une des causes de l'accident. Ces fortes pluies ont causé de nombreux problèmes au niveau de l'agriculture et de l'environnement en Hongrie cette année-là. Ces fortes précipitations ont recouvert les terres agricoles causant des inondations sans précédent dans certaines zones. L'immense quantité de pluie tombée sur la boue rouge du réservoir 10 a augmenté la pression exercée sur le mur d'enceinte, ce qui a accéléré le processus d'érosion de la digue et a fini par provoquer une fissure sur le mur.

Deux facteurs expliquent le nombre de morts et de blessés. D'une part, la puissance, la vitesse et l'importance des vagues qui se sont écoulées du réservoir ont causé des blessures graves et entraîné la mort. Elles ont également causé des dommages matériels aux habitations, aux routes et aux voies ferrées. D'autre part, l'eau alcaline mélangée à la boue a généré un pH très élevé, causant des brûlures et des dégâts chimiques sur les maisons.

LES SUITES DONNÉES

Le gouvernement hongrois a su réagir rapidement face à la gravité de cet accident, grâce aux actions conjointes du ministère de l'Intérieur, de la Direction générale nationale de la gestion des catastrophes et du ministère du Développement rural. Le travail exemplaire de la population locale, des pouvoirs locaux, des organisations de protection civile, des pompiers, des militants pour la protection de l'environnement et des experts en hydrologie mérite d'être souligné.

Immédiatement après l'accident, les pompiers de la ville d'Ajka se sont rendus sur les lieux avec 84 hommes et 12 véhicules. Ils étaient accompagnés de 103 policiers avec 22 véhicules, 174 soldats avec 43 véhicules, 41 membres de la direction nationale de la gestion des catastrophes avec 20 véhicules, cinq membres du service de santé publique avec 2 véhicules, 149 civils avec 43 véhicules et 50 ouvriers de l'usine. En novembre 2010, ce sont au total 8 535 personnes et 4 881 engins qui sont intervenus sur les lieux de l'accident.

Le suivi de la qualité de l'eau dans la zone a débuté immédiatement après la catastrophe. Les éléments suivants ont été mesurés : la température de l'eau, le pH, la conductivité et la concentration en oxygène dissous. Enfin, le niveau de l'eau était contrôlé en permanence. Ce contrôle comprenait aussi une analyse de la composition chimique de l'eau, de sa toxicité et des métaux qu'elle contenait.

Pendant quatre jours (du 9 au 12 octobre), des équipes de professionnels de la construction ont réalisé un barrage de protection (barrage numéro 1) de 620 mètres de long, 2,75 mètres de haut et 6,8 mètres de large à proximité du réservoir de boue fissuré. Une fois le barrage de protection terminé, des experts en hydrologie ont commencé à élaborer un moyen de refermer le réservoir 10. La fissure a été complètement refermée par des réservoirs annulaires construits en escaliers et équipés de systèmes d'évacuation d'eau. Les six bassins en cascade formés par les barrages circulaires filtrent en toute sécurité l'eau alcaline qui s'écoule du réservoir endommagé, tout en retenant la boue rouge.

De fin novembre à fin décembre, un barrage de protection permanent (barrage numéro 2) d'une longueur de 1 300 mètres et d'une hauteur de 4,5 mètres a été construit. Sur toute la longueur de la base du mur du barrage, une barrière étanche a été construite, descendant sous la surface du sol jusqu'au substratum argileux (situé 6 à 9 mètres sous terre).

La préservation de la qualité de l'eau a également nécessité une intervention immédiate. Il fallait absolument neutraliser l'eau et filtrer les matières solides qui flottaient et qui contenaient des métaux lourds. Du gypse (23 500 tonnes) et de l'acide acétique (environ 1 800 m³) ont été utilisés pour diminuer le pH de l'eau. À mesure que le mélange de gypse était répandu, son action a été accélérée au moyen de lances à eau haute pression et d'équipements d'aération. Dans les villages concernés, du gypse a également été directement répandu sur les zones contaminées.



DR

7. Décontamination (dispersion de gypse sous le pont de Kolontár)

Des « barrages fluviaux » ont été construits pour bloquer les polluants solides, sur la MARCAL, la TORNA et le cours d'eau de la MALOM. Des blocs rocheux déposés dans l'eau ont ralenti le débit de la rivière – divisant la vitesse d'écoulement par trois par endroit – entraînant la sédimentation de la boue rouge nocive.

La boue rouge ayant détruit et endommagé de façon définitive de nombreuses habitations dans les villages de Kolontár, Devecser et Somlóvásárhely, il était nécessaire de venir en aide aux propriétaires de ces biens immobiliers, compte tenu de la perte considérable dont ils étaient victimes. Le gouvernement hongrois, les ONG, les entreprises et les particuliers ont fourni des efforts considérables et offert un soutien financier et matériel. Des aides ont également été envoyées par la communauté internationale.

La boue rouge a inondé environ 400 hectares de terres agricoles. En raison de son pH élevé et de sa forte concentration en composés métalliques, ces champs ont été gravement pollués et la culture de produits agricoles sains y est désormais impossible. Les deux premiers centimètres de la surface du sol ont été décapés et remplacés dans toute la zone contaminée. Les sols les plus pollués ont été enlevés et transportés dans une décharge (environ 730 000 m³) spécialement mise à disposition par les autorités. Dans les zones où la contamination n'a pas affecté le sol

de façon aussi significative, le ministère de l'Agriculture (le service de conservation des sols) a décidé d'utiliser des engrais organiques acidifiants aussi appelés « dudarit » (un minéral humique) afin de neutraliser l'effet alcalin et d'améliorer les propriétés du sol.

La culture destinée à la consommation humaine ou animale n'est toujours pas autorisée. La réhabilitation des terres contaminées se poursuit avec les processus de nettoyage, au moyen des fertilisants et des engrais mentionnés plus haut et par la culture du « Miscanthus », plante moins fragile que les autres espèces et source d'énergie renouvelable. Le gouvernement hongrois prévoit de mettre en place un centre d'énergies renouvelables avec des champs de biomasse pour favoriser la reconstruction de la région. Cela permettra de créer des emplois et d'alimenter les zones voisines en énergie durable.

L'autorisation d'exploitation délivrée à l'entreprise en 2006 dans le cadre de la directive IPPC était valide jusqu'au 28 février 2011. L'entreprise a dû adopter la technologie sèche afin de recevoir une nouvelle autorisation d'une durée supplémentaire de cinq ans. Par conséquent, le pH des résidus a diminué, chutant de 13,6 à 10 et le pourcentage d'eau est passé de 75 % à 25-30 %. Cela signifie que la boue rouge est moins liquide et moins alcaline, réduisant d'autant les risques engendrés.

L'accident de Kolontár a révélé les risques que représentent les sites d'exploitation liés à l'industrie minière et ses méthodes de production. C'est pourquoi le gouvernement hongrois a décidé de procéder à une évaluation à grande échelle des sites de mise en dépôt de déchets miniers. Toutes les autorités compétentes ont été impliquées dans cette évaluation nationale et ont dû rendre compte de leurs constatations. L'analyse de ces rapports est encore en cours mais toutes les mesures nécessaires ont été prises pour prévenir un nouvel accident.

Compte tenu de la gravité de cet accident, le gouvernement hongrois a décidé de créer un fond de soutien afin de financer la reconstruction des villages et des maisons détruites : le Fond de compensation hongrois. Les Hongrois et la communauté internationale ont montré leur soutien aux victimes de cette catastrophe par les dons qui sont venus s'ajouter massivement à ce fond.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

Face à la gravité de la catastrophe, des enquêtes approfondies ont été réalisées afin de déterminer les causes de l'accident et les responsabilités. L'accident a fait l'objet d'une enquête menée par le Comité du Parlement hongrois, le bureau national d'investigation, la police et le Commissaire parlementaire aux générations futures (Ombudsman). Des procédures relevant du droit civil et pénal sont en cours devant les tribunaux hongrois afin d'établir les responsabilités. Les enquêtes et les procédures légales étant encore en cours au moment de la rédaction du présent document (juin 2011), les conclusions officielles ne sont pas disponibles.

Seule évaluation officielle de l'accident effectuée à ce jour, l'enquête de l'Ombudsman des générations futures a été rendue en janvier 2011. L'analyse du commissaire s'est portée principalement sur le cadre juridique de l'usine, les défaillances de la procédure d'autorisation et de contrôle de l'usine d'aluminium.

L'Ombudsman a indiqué dans son rapport que le système juridique hongrois comportait des vides juridiques relatifs à la gestion des déchets issus de l'activité minière. Suite à cet incident, le gouvernement a passé en revue les lois et décrets concernés et a amendé certains textes en vigueur. Ces modifications ont rendu le statut juridique des résidus et des produits dérivés plus transparent et ont permis d'assurer une meilleure application de la législation européenne en la matière. La situation juridique s'est donc clarifiée et les services d'inspection des mines sont désormais les autorités compétentes pour les bassins de rétention.

L'accident de Kolontár a également mis en exergue une certaine imprécision dans la réglementation européenne concernant la boue rouge. La Hongrie est à l'origine de l'amendement de la législation communautaire en la matière. Selon la proposition faite par la Hongrie, si la boue rouge n'est pas le résultat de la méthode sèche mais celui de la méthode humide, alors elle devrait être classée parmi les déchets dangereux. Au moment de l'accident, le statut de la boue rouge n'était pas clairement défini et on pouvait hésiter à la classer parmi les déchets non dangereux ou les déchets dangereux.

Ce cas a confirmé l'ampleur des risques que comportaient les bassins de rétention et le manque de préparation de l'entreprise à une situation catastrophique. L'entreprise avait un plan de prévention des accidents mais il était prévu pour faire face à un accident de moindre gravité (une fuite ou un débordement du réservoir), pas à une situation qui mettrait les habitants de la région en danger.

Pour prévenir au mieux les dommages provoqués par ce type de catastrophe, le gouvernement hongrois a pris conscience que toutes les entreprises manipulant des matières dangereuses devaient également être couvertes par une assurance les protégeant contre de tels incidents.

A la suite de l'accident, le gouvernement hongrois a agi rapidement (sécurisation du site et des villages concernés, augmentation de la surveillance par les autorités, modification de la législation concernée, etc.) afin de limiter au maximum les risques qu'un accident similaire ne se reproduise.

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

15 juillet 2009

Saint-Avold (Moselle)

France

Pétrochimie
Explosion de gaz
Allumage / démarrage
Consignes
Automatismes / régulations

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site :

L'établissement, implanté à Saint-Avold en Moselle, est intégré au sein d'une vaste plate-forme industrielle de plus de 340 hectares, créée en 1954 et regroupant diverses activités liées aux secteurs de la chimie et de la pétrochimie (Figure 1). L'activité pétrochimique de cet établissement a été développée au cours des années 60 avec notamment en 1969 le démarrage d'un premier vapocraqueur et d'un atelier de fabrication de polyéthylène.

Le site produit à partir du naphta (coupe légère de pétrole) des produits pétrochimiques de base (éthylène, propylène, méthane). Ces produits constituent les matières premières du site utilisées pour la fabrication de matières plastiques (polyéthylène, polystyrène).

Cet établissement intègre de nombreuses installations soumises à autorisation avec servitude. Il est classé « SEVESO » seuil haut en raison des quantités de substances inflammables et / ou toxiques fabriquées et mises en œuvre.



Figure 1 : Vue extérieure du site (DR)

L'unité impliquée :

Le vapocraqueur constitue le cœur du site. Une coupe pétrolière légère, de type naphta, y subit une réaction de craquage à haute température et en présence de vapeur d'eau pour en fragmenter les molécules en composés plus légers.

Cette installation est composée de nombreux équipements dont deux surchauffeurs (Figure 2). Leur rôle est d'augmenter la température de la vapeur produite au niveau des fours de craquage pour en éliminer les gouttelettes d'eau, à l'aide de 7 brûleurs alimentés en fioul-gaz. La vapeur surchauffée est ensuite utilisée comme force motrice pour le compresseur principal du gaz craqué (Figure 3).



Figure 2 : Vue des deux surchauffeurs de l'unité (DR)

- sur l'aspect environnemental et sanitaire, aucun impact extérieur, hormis le bruit lié à la déflagration et l'émission très ponctuelle d'un nuage de poussières lié à la projection des réfractaires, n'a été constaté. Le surchauffeur qui a explosé ne contenait pas de produits toxiques (c'est un surchauffeur de vapeur d'eau) et l'explosion n'a pas été suivie d'un incendie.
- du point de vue des risques accidentels sur les tiers, et au vu des dégâts, les effets de surpression ont été circonscrits à l'environnement proche du surchauffeur. En effet, des bris de vitres ont été observés sur les vitres latérales de quelques véhicules garés sur un parking interne à une cinquantaine de mètres en face du surchauffeur qui a explosé. Ces bris ont probablement été provoqués soit par les projections de briques réfractaires qui tapissaient l'intérieur du surchauffeur, soit par l'onde de surpression. Des débris et des fragments de réfractaire, dont certains de 50 cm, sont retrouvés autour de l'installation et jusqu'à 100 mètres. Aucun aléa n'a été généré sous forme d'effet domino atteignant d'autres installations du site.

Échelle européenne des accidents industriels :

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des Etats membres pour l'application de la directive 'SEVESO' et compte-tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

Matières dangereuses relâchées							
Conséquences humaines et sociales							
Conséquences environnementales							
Conséquences économiques							

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

L'indice « matières dangereuses relâchées » est coté à 1 en raison de l'implication d'une faible quantité de matière explosive (quantité de gaz naturel < 0,1t).

L'indice « conséquences humaines et sociales » est coté à 3 en raison du décès des 2 opérateurs et des blessures subies par 6 autres .

L'indice « conséquences environnementales » n'est pas coté en raison de l'absence d'impacts sur l'environnement.

L'indice « conséquences économiques » est coté à 4 en raison de la destruction du surchauffeur, et surtout des pertes de productions significatives liées à l'arrêt de l'unité pendant 8 mois.

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

Lors des faits, la ligne de vapocraquage était en phase de redémarrage suite aux intempéries survenues la veille, dans la nuit du 13 au 14 juillet 2009. Il s'agit d'une procédure relativement longue, le démarrage se faisant section par section. Le surchauffeur était en phase d'allumage lorsque l'explosion s'est produite.

Selon l'exploitant, l'accident résulte de la concomitance de deux facteurs :

- une accumulation de gaz inflammable dans les limites d'explosivité : les investigations de l'exploitant tendent à privilégier l'hypothèse d'un passage de gaz vers un brûleur pendant la phase de démarrage et lors de 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 paraissent les plus plausibles.

Certains éléments ont favorisé l'occurrence de l'accident dont la gravité des conséquences est liée à la présence de personnels à proximité du surchauffeur pendant la phase d'allumage manuel :

- l'absence de balayage à la vapeur du surchauffeur préalablement à son réallumage tel que prévu dans le mode opératoire établi par l'industriel,
- l'entrée de gaz par un brûleur en l'absence de flamme sur le pilote associé,
- le dispositif technique de sécurité qui interdit l'alimentation des brûleurs en l'absence de flamme sur le pilote n'était pas opérationnel. Ce dispositif est constitué d'un automatisme qui ferme les vannes d'alimentation en gaz si le détecteur de flamme ne détecte rien après une temporisation de 10 secondes. Cet automatisme aurait été désactivé en raison de son manque de fiabilité dans l'environnement spécifique du surchauffeur. Ce manque de fiabilité aurait pu engendrer des déclenchements intempestifs des surchauffeurs et par conséquent des arrêts/démarrages à répétition du vapocraqueur conduisant à la multiplication des phases transitoires (l'arrêt d'un vapocraqueur est exceptionnel, il fonctionne normalement en continu).

LES SUITES DONNÉES

L'inspection des installations classées se rend sur place dans les premières heures qui suivent l'accident. A l'issue des constatations effectuées, des mesures d'urgence sont imposées à l'exploitant par arrêté préfectoral. Ces mesures visent à conditionner le redémarrage des installations de la ligne vapocraquage à :

- la transmission du rapport d'accident relatif à l'explosion du surchauffeur,
- la présentation de la révision de l'étude des dangers relative à cette partie du vapocraqueur,
- la présentation, par un organisme reconnu, des éléments justifiant du bon état des équipements qui ont été impactés directement ou indirectement par l'accident.

L'industriel est également mis en demeure de respecter certaines dispositions de l'arrêté préfectoral réglementant l'exploitation de sa ligne de vapocraquage :

- procéder au balayage à la vapeur avant le réallumage du surchauffeur,
- effectuer une mesure d'explosivité avant le réallumage du surchauffeur,
- mettre en place une sécurité se déclenchant en cas de perte de flamme sur les pilotes des brûleurs du surchauffeur.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

Cet accident conduit l'exploitant à modifier complètement la séquence d'allumage d'un surchauffeur afin de limiter le risque de survenue d'un tel accident, tant en termes de probabilité d'occurrence que de conséquences, notamment via :

- la mise en place d'un automate programmable et d'asservissements rendant nécessaires toutes les étapes du démarrage, en particulier :
 - o le balayage vapeur ;
 - o l'allumage des pilotes ;
 - o l'allumage des brûleurs.
- La mise en place d'un tableau de contrôle comprenant en particulier la séquence d'allumage des pilotes et la manœuvre des vannes commandées à distance. Cette mesure permet au personnel de lancer la séquence d'allumage du surchauffeur à distance et donc de limiter l'exposition du personnel en cas d'explosion.

Cet accident a également été l'occasion d'une collaboration efficace entre les équipes en charge de l'inspection du site et celle en charge du suivi des équipements sous-pression, même si cet aspect a rapidement été écarté des causes possibles de l'accident. Cette collaboration a permis de faciliter les échanges d'informations et d'enrichir les analyses respectives. De même, une collaboration étroite s'est rapidement mise en place entre l'inspection du travail et l'inspection des installations classées.

Enfin, en dépit d'un accident qualifié « du travail », en l'absence de conséquences à l'extérieur du site, le traitement de cet accident et de toutes ses suites a fortement mobilisé les équipes de la DREAL. La médiatisation de l'accident et l'enquête judiciaire diligentée y ont fortement contribué (Figure 5).



Figure 5 : Déplacement de membres du gouvernement sur le site suite à l'accident

Déraillement de wagons de GPL suivi d'une explosion (UVCE) et d'un violent incendie

29 juin 2009

Viareggio

Italie

Transport de matières dangereuses
 GPL
 Maintenance
 Wagon-citerne
 Explosion (UVCE)

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site :

L'accident s'est produit en Italie aux abords d'une gare ferroviaire, en juin 2009. Cette gare dessert la ville de Viareggio, dans la région de la Toscane en Italie centrale. Ouverte en 1936 et située sur la ligne Pise–La Spezia–Gênes (le long de la côte Tyrrhénienne), c'est également une gare de correspondance pour la ligne secondaire à destination de Lucques. Sa gestion est assurée par le gestionnaire d'infrastructures national. Les trains à destination et en provenance de la gare de Viareggio sont exploités par différentes entreprises ferroviaires autorisées au moment des faits par RFI (à l'heure actuelle par l'ANSF - Agence nationale pour la sécurité ferroviaire).

Sa situation géographique en fait l'une des premières gares de la côte nord-ouest de l'Italie centrale et plus particulièrement de la Province de Lucques. Gare de correspondance reliant Pise, Livourne et Rome à La Spezia, Gênes, Parme et Milan, elle sert de point de passage aux voyageurs en provenance et à destination de ces villes.

Le 29 juin 2009 (jour de l'accident), le train 50325 transporte du GPL provenant de la raffinerie de pétrole de Trecate (à côté de Milan) vers une zone de stockage de GPL située à Gricignano (à côté de Naples). Le train entre en gare de Viareggio peu avant minuit.

L'unité concernée :

Le train se compose de quatorze wagons-citernes remplis de GPL, d'une capacité nominale de 110 m³ chacun et chargés de 45 t de GPL [2] [5].

Les citernes sont toutes louées par une entreprise ferroviaire italienne à un groupe de location de matériel roulant international et ont été construites entre 2003 et 2006. Le wagon-citerne de tête est enregistré au nom d'une entreprise ferroviaire polonaise et les 13 autres à celui d'un groupe ferroviaire et de distribution allemand. Chaque wagon est équipé de 4 essieux, 2 à l'avant et 2 à l'arrière (fig. 1) [5].

Le wagon de tête, qui a déraillé et causé la fuite de GPL, est une citerne cylindrique modèle 462 R (fig. 1), de 15,95 m de long et de 3,04 m de diamètre [5]. Le déraillement est probablement dû à la rupture de l'un des essieux.

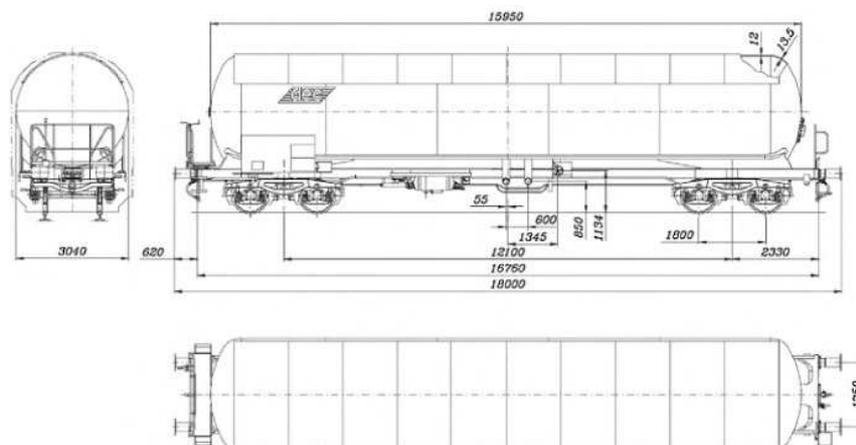


Fig. 1 : Caractéristiques géométriques du wagon-citerne 462 R (en mm)

Tare [t]	33,5
Vitesse maxi à pleine charge [km/h]	100
Vitesse maxi à vide [km/h]	120
Charge maxi par essieu [t]	20
Charge maxi [t] à la vitesse de 100 km/h	A=30,5, B=38,5, C=46,5
Capacité totale [m ³]	110
Pression nominale [bar]	25
Pression de service [bar]	25
Pression d'essai [bar]	25
Surpression externe [bar]	1

Tableau 1 : Caractéristiques techniques du wagon-citerne 462 R (GATX). Les catégories A, B, C se réfèrent au Règlement pour l'emploi réciproque des wagons en trafic international (RIV).

L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT ET SES CONSÉQUENCES

L'accident :

Le 29 juin 2009, peu avant minuit, le train 50325 déraile au passage de la gare de Viareggio. Cinq de ses quatorze wagons-citernes se renversent (fig. 2) [4]. Le train roule à une vitesse d'environ 90 km/h (en deçà de la vitesse maximale autorisée de 100 km/h) [1] [5]. Le premier wagon-citerne se couche sur le côté et continue sa course au sol. Il se perce, probablement après avoir heurté un poteau de signalisation en bord de voie ferrée ou un aiguillage (cette question est, au moment de la rédaction de ce document, examinée dans le cadre du procès) : l'impact crée un orifice d'environ 40 cm de long et de 2 à 5 cm de large [3] [2], d'où s'échappe la totalité du GPL (45 t). Aucune autre fuite n'est constatée sur les 13 autres wagons-citernes du convoi.

Le GPL s'échappe de la citerne : la phase liquide forme une nappe en ébullition sur le ballast alors que le gaz dense commence à se disperser et s'évaporer dans l'air. Certaines personnes résidant dans le voisinage entendent un bruit puissant semblable à celui d'une soupape relâchant du gaz et se dirigent vers leurs fenêtres restées ouvertes pour voir ce qu'il se passe. Elles distinguent un petit nuage de gaz blanc qui se dirige vers leurs maisons. Le nuage gazeux dense se déplace radialement au wagon-citerne qui a basculé de l'autre côté de la voie ferrée lors du déraillement, en raison des conditions météorologiques relativement calmes : 22°C, 92 % d'humidité relative, stabilité climatique classe F, vent calme (enregistré à 0,3 m/s dans la direction E-SE au moment de l'accident) [4].

Le nuage de gaz remonte la via Ponchielli, une rue longue et étroite parallèle à la ligne de chemin de fer, comportant une quarantaine de maisons en vis-à-vis. Le nuage de gaz traverse une barrière en ciment mince séparant la via Ponchielli de la gare et pénètre par les fenêtres laissées ouvertes par les habitants en cette chaude nuit, finit sa course dans les sous-sols et les rez-de-chaussée et s'y accumule jusqu'à la limite d'explosivité. Selon le rapport des conducteurs du train, l'incendie ne se déclenche pas immédiatement après la fuite. On ne sait pas encore clairement si la source de l'incendie se trouvait à proximité de la voie ferrée ou dans les maisons voisines (hypothèse la plus probable). Toutefois, après son départ, le feu se propage dans la portion inflammable du nuage (FLASHFIRE, nuage de vapeur en feu), atteint les maisons et entraîne plusieurs déflagrations (VCE, *vapor cloud explosion*) [2].

Il n'y a pas de BLEVE (*boiling liquid expanding vapor explosion*) d'une part parce que les autres wagons n'ont pas été pris dans le nuage de gaz et d'autre part grâce aux opérations de refroidissement menées par les pompiers.

2 minutes selon certains témoins, 5 selon d'autres, s'écoulent entre le moment où la citerne s'est percée et la première explosion. Peu de temps après, deux autres explosions sont entendues [2].

Certains des appartements d'immeubles situés dans un rayon de 200 m autour de la source de la fuite s'effondrent et les vitres sont soufflées sur une grande distance. Au total, trente-deux personnes décèdent (la dernière victime a perdu la vie exactement deux mois après l'accident) ; plus de trente personnes sont gravement blessées. Environ 1 100 personnes sont évacuées par mesure de sécurité [3].

Les centres d'intervention régionaux et nationaux des pompiers envoient des équipes en renfort. Toutes les casernes de pompiers de la Province de Toscane et des régions voisines sont mobilisées. Environ 300 pompiers prennent part aux opérations. Au petit matin, tous les feux sont maîtrisés. La lutte contre les flammes se poursuit la nuit durant et la

journée du 30 juin. Tôt dans la matinée du 30 juin, les opérations de déblaiement des bâtiments effondrés et le sauvetage des victimes commencent. Les pompiers vidangent le GPL contenu dans les citernes restées intactes, travaillant sans interruption du matin du 30 juin au soir du 2 juillet [3] [4].

Une défaillance mécanique du wagon-citerne en tête du convoi semble être la cause principale de cet accident. L'un des essieux a été retrouvé brisé, probablement à la suite d'une rupture par fatigue (enquête en cours).

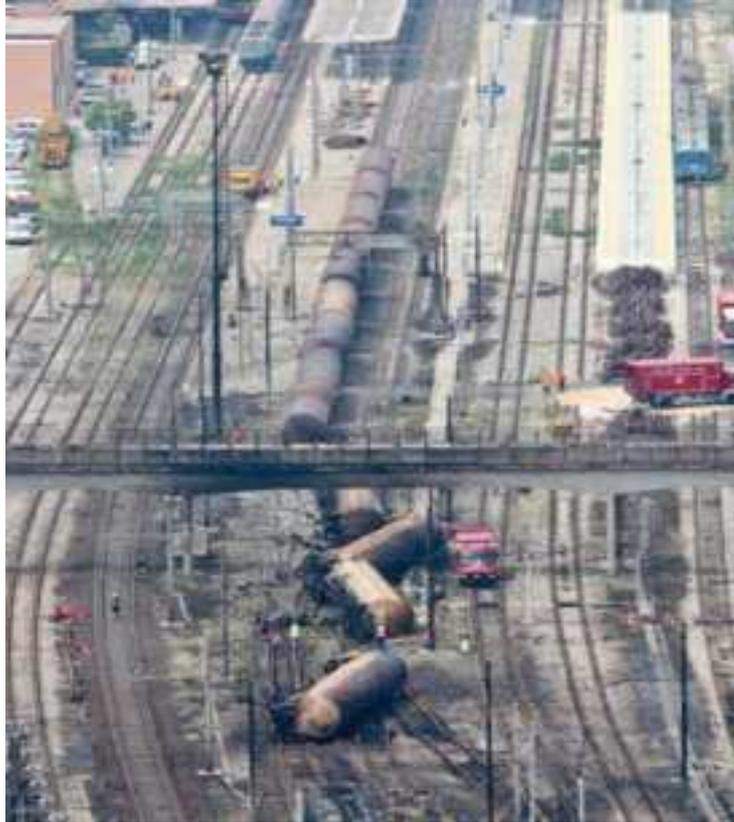


Fig. 2

DR

Les conducteurs ont ressenti une brusque secousse sur la traction ; ils ont regardé par la fenêtre et ont vu que le premier wagon-citerne avait déraillé. Ils ont immédiatement appuyé sur le frein d'urgence et ont commencé à sentir l'odeur du gaz. Avant l'explosion du nuage de gaz, ils ont eu juste assez de temps pour couper le moteur de la motrice (baisser le pantographe), emporter quelques documents et courir se réfugier à quelques 150 à 200 m de la voie ferrée. Ils se sont abrités derrière un des murs de la gare et les explosions et l'incendie ont eu lieu immédiatement après [2] [4].

L'organisme d'enquête sur les accidents ferroviaires de RFI (le gestionnaire d'infrastructure appartenant à l'état italien) a ouvert une enquête technique pour déterminer les causes de l'accident, parallèlement et indépendamment de l'enquête judiciaire visant à identifier les responsabilités lors du procès.

Conséquences de l'accident :

Cet accident a causé des dommages considérables et a suscité une vive émotion auprès de la population.

Les immeubles de la via Ponchielli et des rues voisines prennent feu sur environ 200 mètres de part et d'autre de la rue. Cinq maisons sont détruites par des explosions internes. Presque toutes les maisons de la via Ponchielli brûlent dans les incendies qui suivent les explosions. Le feu fait également rage dans d'autres quartiers proches de la gare (fig. 3) [4], brûlant les arbres d'un petit jardin public pour enfants, des buissons, des voitures et camions stationnés (fig. 4) [4]. Le feu de nappe issu de la phase liquide du GPL est visible de loin, les flammes s'élevant jusqu'à 20-25 m de haut [2] [3].

Quatorze personnes sont mortes sur le coup : certaines écrasées par l'effondrement des bâtiments, d'autres asphyxiées par les fumées à l'intérieur de leurs maisons ; certaines sont mortes brûlées, prises au cœur de l'incendie. Le jour des obsèques nationales, le bilan était de vingt-deux décès. Au total, trente-deux personnes ont péri (dont une femme qui a succombé à une attaque cardiaque), la dernière victime a perdu la vie exactement deux mois après l'accident ; plus de trente personnes ont été gravement blessées. Environ 1 100 personnes ont été évacuées par mesure de sécurité.



Fig. 3 DR

Une première étude a estimé le montant de l'ensemble des dommages causés à la population et aux infrastructures à plusieurs dizaines de millions d'euros [2].



DR



DR

Fig. 4

Échelle européenne des accidents industriels :

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des autorités compétentes des États membres pour l'application de la directive « SEVESO II » sur la manipulation de matières dangereuses et compte-tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

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

Les paramètres composant ces indices et le mode de cotation correspondant sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr>

La totalité du GPL contenu dans la citerne renversée s'est répandu et a brûlé. Les 45 tonnes de GPL (soit 22,5 % du seuil haut Seveso) ont porté l'indice « Matières dangereuses relâchées » à 4.

Au total, 32 personnes n'ayant aucun lien avec l'activité du fret ferroviaire ont perdu la vie et plus de 50 personnes ont été très gravement blessées. Le paramètre « Conséquences humaines et sociales » est donc de 6.

Le montant total des pertes subies par les tierces parties s'élève à plusieurs dizaines de millions d'euros. Le paramètre « Conséquences économiques » a une cote de 6.

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

L'enquête sur cet accident est toujours en cours et le procès n'est pas terminé. Par conséquent, nous ne pouvons nous baser que sur des analyses préliminaires pour identifier quelques causes directes :

- La défaillance mécanique de l'essieu avant du premier wagon : la rupture s'est produite exactement entre la roue et l'axe (fig. 5) [7] probablement au moment où le train entrainait en gare et le convoi a déraillé 700 à 800 m plus loin [7], puis le bogie (l'ensemble comprenant 2 axes et 4 roues) a été projeté à 70 m [7] et le premier wagon s'est renversé (fig. 6a). La rupture fait apparaître une section lisse sur plus de 90 % de sa surface (fig. 6b et 6c) [4], irrégulière et ondulée sur le reste. Ces éléments semblent indiquer une rupture de fatigue [1] [4] qui se serait développée sur une période plus ou moins longue, ce qui soulève par conséquent plusieurs questions relatives à l'identification du problème, aux procédures de contrôle et à la pertinence des techniques de vérification mises en oeuvre : de telles ruptures se sont-elles déjà produites par le passé et si, oui, de quelles preuves matérielles disposons-nous ? Une analyse des risques identifiant ce type de défaillance et ses conséquences éventuelles a-t-elle été menée ? Les procédures de contrôle des citernes exigent-elles un contrôle spécifique des essieux ? Quelles sont les exigences des tests d'intégrité concernant cette pièce en particulier ? Le type de tests prescrits est-il suffisant pour identifier les problèmes éventuels ? Les intervalles entre contrôles sont-ils suffisamment rapprochés pour permettre d'éviter ce type de défaillance ? Dans le cadre du transport de marchandises dangereuses, l'importance de ces contrôles est-elle suffisamment mise en avant ?
- La vitesse du train (environ 90 km/h) : elle est en-dessous de la limitation de vitesse fixée à 100 km/h [1] [2]. Toutefois, une réflexion pourrait être menée pour établir si des limitations de vitesse plus strictes, des contraintes horaires de transit ou d'autres précautions devraient être appliquées lorsque des marchandises dangereuses traversent des zones à forte densité de population.
- Une brèche d'environ 40 cm de long et de 2 à 5 cm de large (fig. 8) [4] s'est formée dans le premier wagon-citerne après le déraillement. On ignore encore ce qui est à l'origine de cette brèche, il s'agirait soit d'un des poteaux en I placés le long de la voie ferrée (fig. 7) [4], utilisés comme référence pour vérifier la stabilité des rails, soit un cœur d'aiguillage (partie où se croisent les voies) [1].



Fig. 5



DR

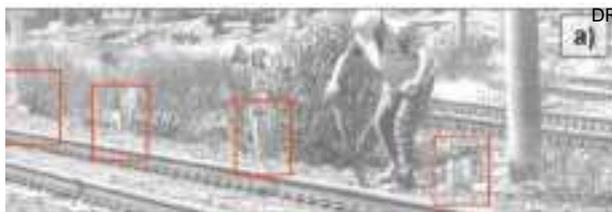


DR

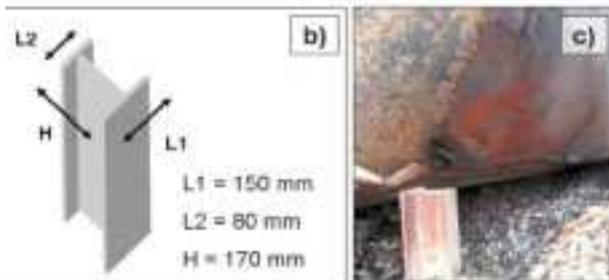


DR

Fig. 6



DR



DR

Fig. 7



DR



DR

Fig. 8

LES SUITES DONNÉES

Mesures d'urgence :

Suite à l'accident, un centre de coordination des secours (COM) et un poste médical avancé (PMA) sont mis en place. Les casernes de pompiers de la région de Toscane, des régions voisines et de l'Italie entière envoient des équipes en renfort. Environ quatre heures après l'accident, à l'aube, tous les feux sont maîtrisés.

Les équipes de secouristes doivent faire face à des situations difficiles. Au nord de la voie ferrée, les immeubles de la via Ponchielli et des rues voisines sont en feu, ravagés par des flammes qui s'étendent jusqu'à 200 mètres de part et d'autre de la rue. Les flammes gagnent les arbres d'un petit jardin pour enfants, les buissons, les voitures et camions stationnés le long de la route. Au cours de leur progression, les pompiers découvrent des personnes étendues au sol, emprisonnées par les flammes dans leur fuite. Les secouristes éteignent les flammes et conduisent les blessés vers les services de soins d'urgence. Ils portent secours aux personnes bloquées dans leurs maisons en feu, en accédant à certains bâtiments par les fenêtres des chambres situées au premier étage pour évacuer les blessés vers un lieu sûr. Outre ces sauvetages, trois immeubles se sont effondrés et plusieurs victimes sont restées bloquées sous les décombres. Malgré leurs équipements de protection complets, les pompiers ne peuvent résister à la force du rayonnement thermique sans l'aide des lances à eau de leurs collègues.

Afin d'éviter que les flammes n'atteignent les autres wagons-citernes de GPL, les pompiers entreprennent de refroidir les plus proches du wagon en feu. Les autres incendies sont maîtrisés par la combustion totale du gaz libéré. Le long de la voie ferrée, des traverses en bois, des câbles électriques ainsi que des câbles de transmission, du bois mort, des arbustes et autres matériaux inflammables s'embrasent [3] [4].

Un poste de commandement avancé (PCA) chargé de la direction des opérations est immédiatement mis en place dans une zone sécurisée adjacente à la zone d'intervention. Toutes les équipes qui arrivent sur site sont dirigées vers ce PCA, où elles reçoivent leurs instructions (où se positionner, quelles tâches accomplir). Les opérations de lutte contre l'incendie dans la via Ponchielli et le long de la voie ferrée se poursuivent toute la nuit et toute la journée du 30 juin. Le déblaiement des décombres des immeubles effondrés commence tôt dans la matinée du 30 juin pour tenter de retrouver les personnes ensevelies et pour sécuriser les bâtiments en ruine.

Le centre national de lutte contre l'incendie a immédiatement alerté et dépêché sur place des unités NRBC (spécialisées dans la lutte contre les risques nucléaires, radiologiques, bactériologiques et chimiques). Ces unités sont chargées de transférer le GPL vers d'autres citernes pour permettre son évacuation en lieu sûr. Les unités d'experts des pompiers de Toscane ont été envoyées sur site pour détecter les traces de GPL et pour assurer un contrôle permanent des wagons-citernes renversés. Les équipes NRBC des provinces de Venise, Milan et Rome sont arrivées sur les lieux de l'accident dans la journée du 30 juin et ont commencé les opérations préliminaires : installation d'un équipement spécial de protection et de transfert du gaz et déploiement des équipes de pompiers chargées d'assurer le soutien des opérations (fig. 9) [3] [4]. Ils ont travaillé sans relâche, 24 h sur 24 du matin du 30 juin au soir du 2 juillet, et ont transvasé environ 700 tonnes de GPL dans neuf camions-citernes [3] [4].

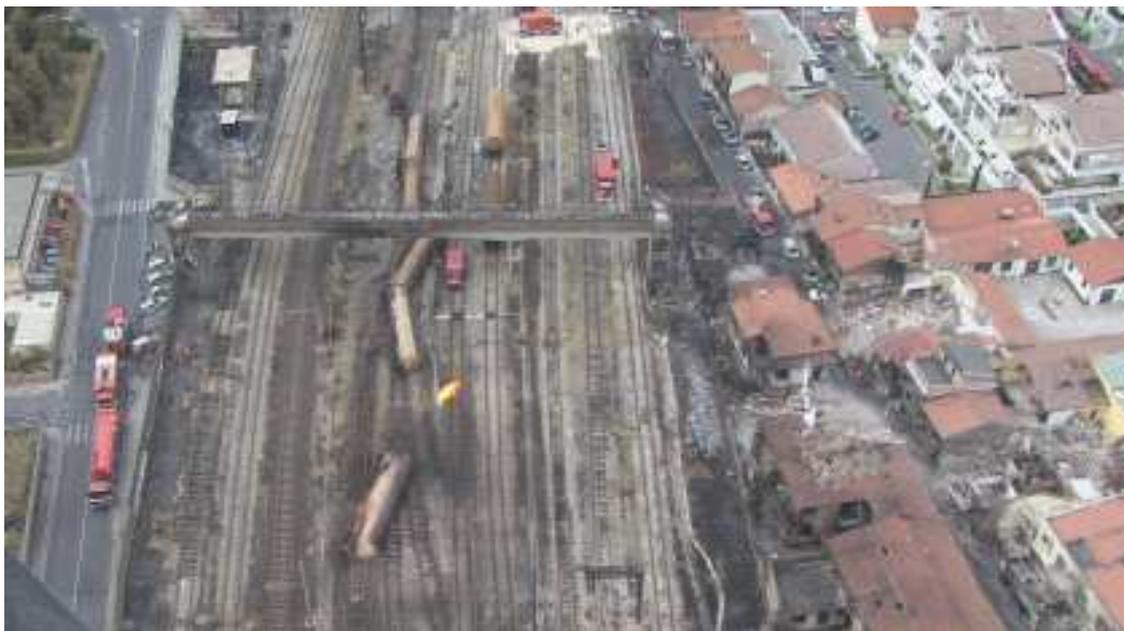


Fig. 9

DR

Mesures prises par les autorités :

Le département des enquêtes sur les accidents ferroviaires de RFI a ouvert une enquête parallèlement à celle menée par les autorités publiques. Une enquête approfondie est en cours et concerne 349 pièces, 8 entreprises et 38 personnes mises en examen [7]. Le procès a commencé début 2011.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

L'analyse développée ci-dessous est basée sur les éléments communiqués par ISPRA.

L'accident de la gare de Viareggio constitue l'accident de transport de marchandises dangereuses par voies ferrées le plus grave que l'Italie ait connu, et l'accident le plus grave impliquant du GPL en Italie.

L'analyse de l'accident fait ressortir les premières remarques et éléments de retour d'expérience ci-après :

- la rupture de fatigue de l'essieu ; si celle-ci est confirmée par les conclusions de l'enquête, alors le rôle des contrôles et des inspections devient essentiel, plus particulièrement en termes :
 - d'efficacité des contrôles en vigueur pour la pièce mécanique à l'origine de l'accident (bogies, axes, roues) ;
 - de révision des techniques et des procédures pour ce type de système mécanique, et l'ajout de nouveaux tests de contrôles plus spécifiques en tant que de besoin ;
 - de revue des exigences spécifiques à établir (responsabilités, spécifications techniques, procédures, etc.) pour réglementer les cas où plusieurs entrepreneurs sont concernés et le recours à plus d'un sous-traitant (en particulier en ce qui concerne les activités de maintenance).
- la vitesse du train avoisinant les 90 km/h et la présence de structures (poteaux/aiguillages) le long de la voie ferrée : une évaluation spécifique des risques aurait pu être réalisée pour analyser leur compatibilité. Une étude de dangers, en particulier dans le cadre du transport de marchandises dangereuses, devrait prendre en compte tous les éléments relatifs à l'utilisation de la voie (par ex. vitesse autorisée des trains, présence d'éléments à proximité de la voie, niveau de vulnérabilité et urbanisation des zones de croisement, etc.) et les résultats de cette étude pourraient ainsi permettre d'identifier des mesures (techniques ou de gestion du personnel) à adopter telles que :
 - des limitations de vitesses pour les trains transportant des marchandises dangereuses lors de la traversée de zones habitées ;
 - des dispositifs de sécurité supplémentaires tels que l'installation de capteurs de température RTB ou de détecteurs de déraillement (DDD) [1] ;
 - l'adoption de poteaux/aiguillages de type différent sur les voies ferrées (poteaux en plastique ou en alliage de métaux avec une faible résistance mécanique) voire même une éventuelle interdiction de l'utilisation de ces poteaux.

Même si le transport ferroviaire n'entre pas dans le cadre des sites classés Seveso, il peut s'avérer utile, même sous forme d'exercice, de se référer aux éléments du système de gestion de la sécurité (SGS) de la directive Seveso pour analyser cet accident, surtout si l'on prend en compte les grandes quantités de marchandises dangereuses transportées par les wagons-citernes qui peuvent être aussi importantes que celles présentes dans les sites de stockage des établissements industriels.

La méthode d'analyse des défaillances du SGS utilisée par les inspecteurs Seveso en Italie a été appliquée à l'accident de Viareggio. Cette méthode fait référence à une liste d'éléments du SGS à contrôler (voir en Annexe 1), conforme à la structure du SGS fournie par l'Annexe III de la Directive Seveso. L'analyse vise à identifier les erreurs du SGS, qui sont à l'origine des accidents. Dans le cas de l'accident de Viareggio, les principaux éléments disponibles semblent mettre en évidence les erreurs suivantes :

- erreurs dans l'identification des accidents potentiels, dans l'analyse de la sécurité et des risques potentiels ; erreurs dans la planification et la mise à jour des solutions techniques et/ou de gestion destinées à limiter les risques (éléments 3.i, 3.ii, 3.iii de la liste des inspecteurs Seveso) ;
- erreurs dans l'identification des installations et des équipements à soumettre aux plans d'inspection, et dans les procédures de maintenance ; manque de clarté dans la définition des responsabilités liées aux activités de maintenance, de communication sur l'état d'accomplissement de ces activités et du réexamen pour garantir la restauration de conditions normales d'exploitation (éléments 4.i, 4.ii, 4.iii, 4.iv, 4.v).

En conclusion, toutes les erreurs de gestion précédemment identifiées comme des causes possibles à l'accident de Viareggio, sous réserve de confirmation lors du procès, illustrent l'importance à donner aux procédures d'évaluation des risques dans le cadre du transport ferroviaire de marchandises dangereuses, et à la mise en œuvre d'actions semblables à celles déjà requises pour les établissements soumis aux directives Seveso. Il apparaît également souhaitable de travailler sur l'harmonisation des régimes de maintenance en vigueur dans les différentes nations d'Europe couvertes par la réglementation européenne relative au transport des marchandises dangereuses.

RÉFÉRENCES

- [1]. G.Landucci, A.Tugnoli, V.Busini, M.Derudi, R.Rota, V.Cozzani (Université de Pise et Ecole Polytechnique de Milan) - The Viareggio LPG accident: lessons learnt - Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 24 466-476. 2011
- [2]. S.Brambilla, R.Totaro, D.Manca - Simulation of the LPG release, dispersion, and explosion in the Viareggio railway accident - Présenté lors de la 4^{ème} Conférence internationale de l'AIDIC/CISAP sur la sécurité et l'environnement des procédés chimiques, à Florence en Italie en mars 2010
- [3]. G.Romano (Officier de la brigade nationale des pompiers d'Italie) – Italie : un accident de train provoque une explosion de GPL - CRISIS Response Journal, Vol. 5, Issue 4. juin 2010
- [4]. G.Romano (Officier de la brigade nationale des pompiers d'Italie) - Accident ferroviaire de Viareggio dans la nuit du 29 au 30 juin 2009 - VIII^{ème} Forum International sur la sécurité industrielle, Saint-Petersbourg. Mai 2010
- [5]. B.Sannoner, M.Bresesti, C.Ortolani (Ecole Polytechnique de Milan) – Sicurezza nell'impiego e nel trasporto del GPL. Décembre 2010.
- [6]. G.Mancini – Viareggio, Esplosione del GPL fuoriuscito dalla cisterna di un convoglio ferroviario - Il giornale dell'ingegnere, n. 14. 2009
- [7]. Articles tirés d'agences de presse, de la presse nationale et locale : Ansa.it, La Repubblica, La Nazione (2009-2011).

Annexe 1 : Eléments de la liste du système de gestion de la sécurité des inspecteurs Seveso

1. Document sur la politique de prévention des accidents

- 1.i Définition de la politique de prévention des accidents
- 1.ii Vérification de la structure du SGS et de son intégration dans l'organisation de l'établissement
- 1.iii Documents de la politique

2. Organisation et personnel

- 2.i Définition des responsabilités, des ressources et prévision des activités
- 2.ii Activité d'information
- 2.iii Activités de formation et de préparation
- 2.iv Facteurs humains, interfaces opérateur/usine

3. Evaluation et identification des risques majeurs

- 3.i Identification des matières et des processus dangereux ; définition des exigences et des critères de sécurité.
- 3.ii Identification des accidents potentiels, analyse de la sécurité et des risques résiduels
- 3.iii Planification et mise à jour des solutions techniques et/ou managériales en vue de la réduction des risques

4. Contrôle des opérations

- 4.i Identification des usines et des équipements qui seront soumis aux plans d'inspection
- 4.ii Documentation du processus
- 4.iii Mode opératoire et instructions en situations normales, anormales et d'urgence
- 4.iv Procédures de maintenance
- 4.v Fourniture du matériel et des services

5. Gestion des modifications

- 5.i Modifications techniques et organisationnelles du site
- 5.ii Mise à jour de la documentation

6. Gestion des situations d'urgence

- 6.i Analyse de l'accident, planification et documentation
- 6.ii Rôles et responsabilités
- 6.iii Contrôles et vérifications de la gestion des situations d'urgence
- 6.iv Systèmes d'alarme et de communication et soutien des interventions externes

7. Contrôle des performances

- 7.ii Evaluation des performances
- 7.ii Analyse des accidents et des accidents évités de justesse

8. Audit et revue

- 8.i Audits de la sécurité
- 8.ii Revue de la politique de sécurité et du système de gestion de la sécurité.



Explosion d'un bac d'acide sulfurique

4 août 2009

Gonfreville-l'Orcher (Seine Maritime)

France

Chimie
Acide sulfurique
Hydrogène
Explosion
Bac
Maintenance
Défaillance matérielle
Organisation / contrôles

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site :

L'usine, classée SEVESO Seuil Haut (AS), fabrique, à partir de naphta et de butane, les grands intermédiaires de la pétrochimie (éthylène, propylène, butadiène et benzène) entrant dans la fabrication de matières plastiques.

L'unité impliquée :

L'accident concerne un réservoir (construit en 1974) d'une capacité de 100 m³ d'acide sulfurique concentré à 96 %. Installé en extérieur sur pilotis au dessus d'une rétention revêtu d'une résine époxy dans l'unité de traitement des eaux sodées, ce réservoir permet d'alimenter :

- le réacteur de neutralisation des eaux sodées issues de l'absorption de l'hydrogène sulfuré sur l'unité vapocraquage ;
- les chaînes de déminéralisation de l'eau des chaudières et des tours aéroréfrigérantes en acide sulfurique lorsque le bac qui leur est dédié est en maintenance.

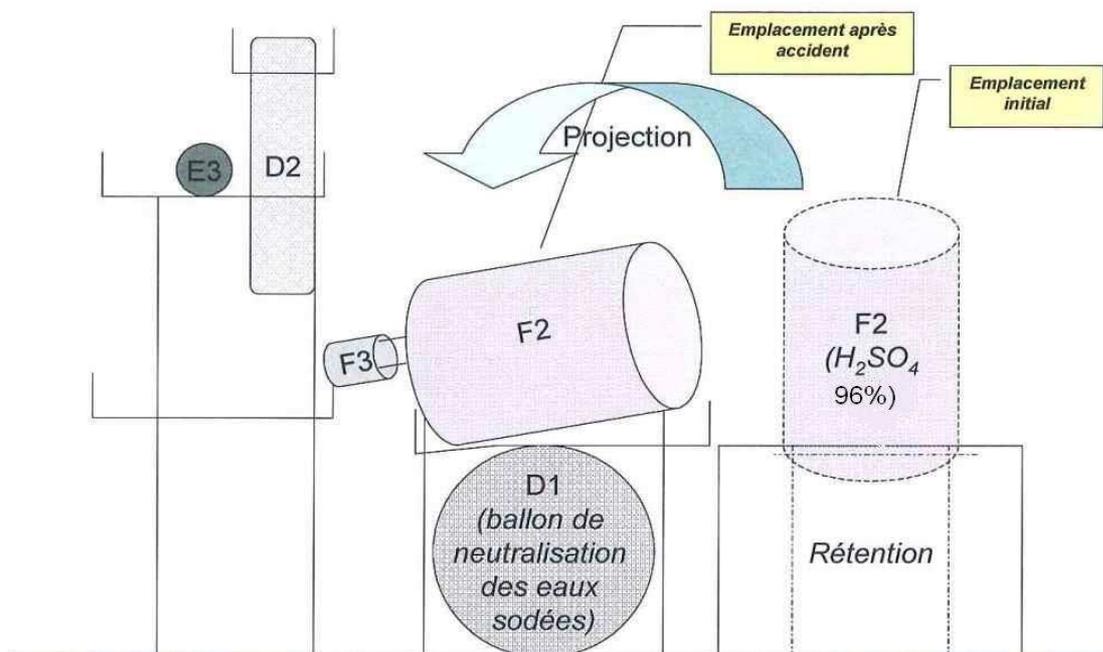


Schéma du lieu de l'accident

Ce bac avait été réparé en 1989 à la suite d'un incident ayant provoqué son décollement sans rupture des attaches, en raison d'un dégagement de gaz carbonique lors de la neutralisation de l'acide sulfurique (ARIA 23705). Une cornière avait été rajoutée et la procédure de nettoyage avait été modifiée.

L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT, SES EFFETS ET SES CONSÉQUENCES

L'accident :

Le 17 juillet 2009, une fuite est détectée sur le bac F2 contenant 70 m³ d'acide sulfurique concentré (trou de 1mm). Cette fuite est colmatée le 18 juillet avec un dispositif d'étanchéité provisoire après accord du service inspection du site.

Le vendredi 31 juillet, le bac est vidé jusqu'à cavitation des pompes. Le produit restant est vidangé dans la cuvette de rétention, puis le bac est rincé à l'eau durant le week-end. Un échafaudage est installé pour la suite des travaux.

Le lundi 3 août, les eaux de rinçage récupérées dans la cuvette de rétention sont envoyées sur l'installation de traitement des eaux.

Le mardi 4 août, les travaux de consignation chimique (platinage) du stockage sont entrepris pour isoler la capacité. Un employé de l'usine, accompagné de 2 agents d'une entreprise extérieure, monte sur le bac pour ouvrir le trou d'homme. Une explosion se produit vers 9h15 quand l'employé utilise une meuleuse pour cisailer les boulons grippés.

Le réservoir F2, vide lors des faits, se soulève brutalement à 2 ou 3 m de hauteur, puis retombe à proximité sur un ballon voisin. Il entraîne dans sa chute l'échafaudage installé pour sa maintenance.

Le POI est déclenché. L'exploitant informe la préfecture, les mairies et le public.

Les conséquences :

Trois personnes sont blessées dont deux grièvement.

Deux intervenants d'une société extérieure et un opérateur du site sont sur l'échafaudage en haut du bac lors de l'explosion. L'un des intervenants est projeté vers une structure voisine située à 5 m de hauteur lorsque le bac se soulève. Il descendra ensuite seul au niveau du sol. L'autre intervenant est coincé dans la structure de l'échafaudage. Le troisième opérateur chute et est retrouvé inanimé au sol. Dix autres personnes sont dirigées vers la cellule psychologique mise en place sur le site.

Aucun impact sur l'environnement n'est relevé, aucune matière dangereuse n'est relâchée.

Les conséquences matérielles sont limitées à la destruction du bac et des tuyauteries attenantes, l'unité est arrêtée. Le bac est déchiré sur la moitié de la circonférence de la liaison virole / fond. Ses ancrages ont été arrachés.



Photos DREAL : socle en béton sur lequel reposait le bac



Réservoir accidenté

Échelle européenne des accidents industriels :

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des Etats membres pour l'application de la directive 'SEVESO' et compte-tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

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

Lors de l'accident, une explosion a eu lieu impliquant la présence d'une substance Seveso, l'hydrogène. La quantité estimée étant de 200 g, l'indice relatif aux matières dangereuses relâchées est égal à 1 (cf. paramètre Q1). Trois personnes ont été blessées dont deux gravement, conduisant à un indice relatif aux conséquences humaines et sociales égal à 2 (cf. paramètre H4). Aucune conséquence environnementale n'est relevée, l'indice relatif aux conséquences environnementales est donc égal à 0. Enfin, le coût des dommages matériels et des pertes d'exploitation est estimé à 6 M€, conduisant à un indice relatif aux conséquences économiques égal à 3 (cf. paramètres €15 et €16).

Les paramètres de ces indices et leur mode de cotation sont disponibles à l'adresse :

<http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr>.

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

Le rinçage insuffisant de la cuve (un seul rinçage réalisé) et la présence d'acide sulfurique faiblement concentré sont à l'origine de l'attaque acide du métal entraînant la formation et l'accumulation d'hydrogène au sommet du bac (toit en forme de dôme). L'explosion s'est produite par ignition du mélange inflammable formé avec l'air lors du sectionnement avec une meuleuse des boulons corrodés du trou d'homme du dôme.

Les expertises métallurgiques réalisées sur ce bac montrent une corrosion interne accentuée en partie basse du réservoir. Ceci confirme la corrosion subite de la paroi par de l'acide dilué générant une production d'hydrogène.



Photo DREAL : le bac accidenté

LES SUITES DONNÉES

L'exploitant fait l'objet d'une procédure judiciaire ; un périmètre est établi le jour même autour de l'installation.

Le lendemain de l'accident, une réunion de CHSCT exceptionnel conduit à la mise en place d'une commission d'enquête du CHSCT qui se réunit à compter du 13 août. Un rapport de synthèse sur l'analyse de l'accident accompagné de préconisations (cf. § Les enseignements tirés) est présenté lors d'une deuxième réunion du CHSCT.

Ce rapport conclut au dégagement de 200 g d'hydrogène et à la formation d'un nuage de 4 à 6 m³ de gaz inflammable selon les simulations faites en interne pour reproduire les effets constatés à la suite de la présence d'acide sulfurique peu concentré dans le bac consécutif à un défaut de purge.

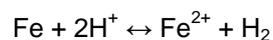
L'installation de traitement des eaux sodées restera à l'arrêt plusieurs semaines. Après avoir été stockées temporairement (autorisation temporaire renouvelée une fois) dans un dépôt de produits chimiques en vrac à proximité immédiate du site, les eaux sodées seront acheminées en tant que déchets vers des centres de traitement autorisés.

Une installation provisoire de stockage d'acide sulfurique est mise en place pour permettre le redémarrage de l'unité de traitement des eaux sodées.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

En matière d'identification et d'évaluation des risques

Le fer comme les principaux métaux usuels (zinc, aluminium) est attaqué par les acides dilués avec dégagement d'hydrogène selon la réaction :



L'hydrogène est un gaz très inflammable (4 % - 75 % dans l'air) et à très faible énergie d'inflammation (0,02 mJ contre 0,29 mJ pour le méthane). Le risque d'explosion d'hydrogène existe dès qu'une corrosion acide de métaux suffisamment importante est observée. Dans certains cas, l'écoulement du fluide contre une paroi (frottement) ou un choc peut ensuite suffire à l'enflammer.

Une concentration en hydrogène localement élevée (au-dessus de 4 % dans l'air), par exemple dans une zone morte ou au niveau supérieur d'une capacité, peut ainsi engendrer un risque d'explosion lors de travaux réalisés sur un réservoir. Un tel évènement s'est ainsi produit à Saint Fons (69), le 9/08/89 (ARIA 169), les mesures préalables d'explosimétrie effectuées avant les travaux n'ayant pas permis de détecter la présence d'hydrogène au sommet du réservoir.

Le retour d'expérience disponible fait également état de plusieurs explosions d'H₂ après attaque de réservoirs en acier à l'acide dilué dans plusieurs établissements : ARIA 169, 22278, 31082 (fiche détaillée)...

En matière de gestion du retour d'expérience, organisation, contrôles

Plusieurs préconisations sont édictées avant remise en service de l'installation :

- Conception : le nouveau bac sera équipé d'une vanne de purge accessible et manœuvrable.
- La mise à disposition du bac (vidange et rinçage) est améliorée. La vidange complète, facilitée par la conception du bac, sera ainsi vérifiée visuellement par l'ouverture d'un regard en point haut. Celle-ci permettra de minimiser la quantité d'acide résiduel aux seules égouttures en fond et sur les parois du bac et de faciliter ainsi la neutralisation de l'acide pour revenir à un pH neutre et le rinçage du réservoir. Cette opération permettra d'éviter la production d'acide dilué et l'attaque du bac.
- La délivrance de permis de feu est améliorée en terme de méthodologie. Le retour d'expérience porte notamment sur une meilleure sensibilisation des intervenants aux risques encourus et aux méthodes de mesures d'atmosphère à prendre (positionnement de la sonde de l'explosimètre en particulier).
- Le bac sera reconstruit en acier au carbone. Cette solution est préférée à un bac en composite pour des raisons d'inspectabilité.
- Durant la phase d'exploitation normale, un très faible dégagement d'hydrogène dans le bac est toujours possible. Des mesures sont prises pour réduire au minimum la production d'hydrogène et prévenir son accumulation :
 - évent en point haut et aucune structure interne dans le bac pour favoriser l'évacuation de l'hydrogène éventuellement produit lors des phases d'exploitation et de mise à disposition ;
 - balayage continu à l'air sec pour évacuer l'hydrogène, assurer la respiration du bac et empêcher l'entrée d'air humide dans le bac (cause possible de corrosion).
- L'inspection des installations classées demande que le bac soit rendu frangible à la liaison robe-toit, de manière à ce qu'en cas d'incident, ce dernier reste en place et que son contenu ne soit pas expulsé.

A la suite de cet accident et de plusieurs autres survenus dans la même période dans les industries chimiques et pétrolières, ainsi que le transport de matières dangereuses par canalisation, une rencontre sur les enjeux de sécurité industrielle et la protection de l'environnement est organisée en septembre 2009 entre la secrétaire d'Etat à l'Écologie et les principaux dirigeants de ces secteurs. Ces derniers formuleront des propositions pour améliorer la sécurité de leurs installations, en renforçant notamment les contrôles du vieillissement des installations et leur maintenance, tout en s'engageant à mieux tenir compte des zones écologiquement sensibles pour améliorer la protection des espèces ou des zones protégées. Ces réflexions conduiront, dans le cadre du plan de maîtrise du vieillissement des installations industrielles lancé le 13 janvier 2010, à la parution de 2 arrêtés les 4 et 5 octobre 2010 concernant l'aspect vieillissement-risque technologique en général et permettant d'intégrer l'aspect vieillissement dans les SGS.

Explosion dans une usine de chlore-alcali à la suite d'un creux de tension

23 juillet 2009

Ibbenbüren

Allemagne

Chlore
Electrolyse
Défaillance électrique
Hydrogène
Explosion
Rejets gazeux

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site :

L'accident s'est produit dans une usine de chlore-alcali utilisant un procédé au mercure. L'usine se situe dans un complexe industriel qui regroupe, entre autres, quatre usines chimiques consommant sa production. Une zone commerciale borde l'usine de chlore-alcali à l'ouest. Le complexe est implanté à la campagne, le long d'un canal. Une ferme se situe à 520 m de l'usine, les premières habitations sont à 750 m et la première école à 1 100 m.

La capacité de production annuelle du site s'élève à 146 kt de chlore. Le sel entrant dans le procédé est acheminé par le canal. L'ensemble de la production de chlore quitte le site par train. Tous les autres produits sont transportés par voie fluviale, ferroviaire ou routière. Le site compte, outre l'usine de chlore-alcali, des consommateurs de chlore et d'hydrogène (synthèse d'hypochlorite de sodium, d'acide chlorhydrique, de chlorures métalliques).

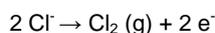
L'usine de chlore-alcali comprend sept secteurs principaux : la salle des cellules, l'unité d'absorption de chlore, le circuit de saumure, le traitement du chlore, le traitement de l'hydrogène, le traitement de la soude caustique et les réservoirs et cuves de stockage de chlore, soude caustique et hydrogène.

Les unités concernées :

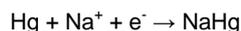
Les unités concernées sont, pour les unités directement à l'origine de l'accident, la salle d'électrolyse et le groupe électrogène de secours et, pour les unités endommagées, certaines parties de l'unité de traitement du chlore.

La salle d'électrolyse abrite des cuves métalliques de faible hauteur (30 cm) et de grande superficie (25 m²) appelées cellules. Un flot de mercure épais de 3 mm s'écoule sur le fond légèrement incliné des cellules et joue le rôle de cathode, sur laquelle la saumure (NaCl) préalablement purifiée (élimination des ions carbonates, sulfates, calcium, manganèse et des traces de métaux) s'écoule à une vitesse de 1 m/s. Les anodes en titane recouvertes d'oxydes de titane et de ruthénium sont disposées parallèlement à la surface du mercure à une distance inférieure à 5 mm.

Du dichlore gazeux se forme dans la cellule au niveau de l'anode par oxydoréduction à haute température (T=84°C) et en milieu acide (pH=4) pour éviter la dismutation du chlore.



La réaction cathodique s'effectue en deux temps pour séparer finalement le chlore et l'hydrogène : un amalgame de sodium et de mercure formé dans un premier temps est ensuite décomposé en hydrogène et soude caustique dans un décomposeur séparé.



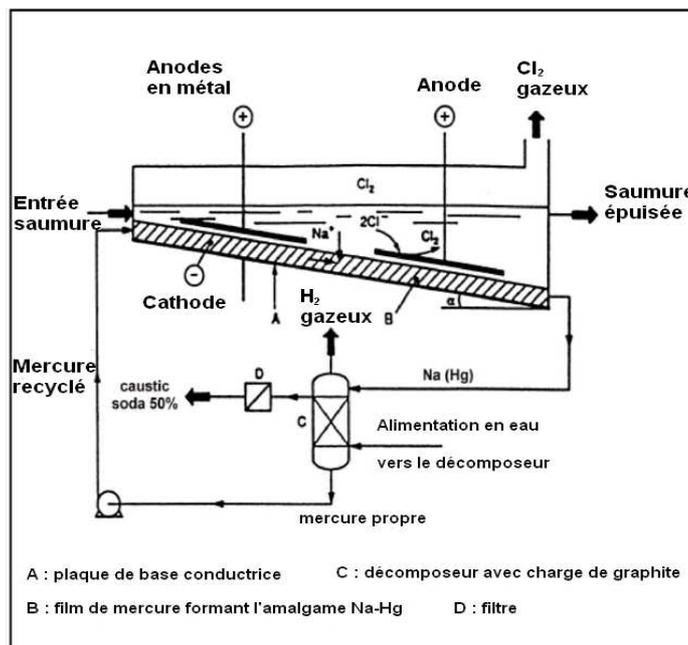
La saumure appauvrie est recyclée à l'entrée de la cellule après avoir été enrichie par ajout de NaCl cristallisé. Le mercure amalgamé formé par la réaction (NaHg) est pompé vers le sommet d'une cuve verticale (appelée décomposeur) remplie de graphite imprégné d'un métal de transition (Fe ou Ni) où il sera décomposé en hydrogène, soude caustique à 50% et mercure par apport d'eau déminéralisée. L'hydrogène formé est récupéré pour être utilisé dans d'autres procédés de fabrication.



Le chlore gazeux, chaud et humide, quitte les cellules par une conduite collectrice reliant la salle des cellules à la première unité de traitement du chlore, chargée de refroidir le gaz humide et de le comprimer à basse pression. Ces cuves sont placées directement devant la salle des cellules. Les étapes suivantes du traitement du chlore s'effectuent dans un bâtiment adjacent.

La tension de 110 kV de l'alimentation par le fournisseur d'énergie est convertie à 10 kV dans un poste électrique à proximité de l'établissement, puis acheminée vers le poste 10 kV du site. Les tensions inférieures produites par une série de transformateurs-abaisseurs sont distribuées via des rails conducteurs. Les groupes de composants vitaux pour la prévention des risques sont directement reliés au rail conducteur de secours. En cas de coupure d'alimentation, le groupe électrogène de secours démarre et bascule automatiquement sur le réseau d'alimentation de secours.

La figure 1 illustre le plan de circulation des fluides dans le procédé à cellules à mercure (source : BREF « chlore-alcali », 2001)



L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT ET SES CONSÉQUENCES

L'accident :

Le 23 juillet 2009, la foudre provoque une chute de tension dans l'alimentation externe qui initie l'accident. La chronologie des faits est la suivante :

01h12	La foudre frappe la ligne aérienne, creux de tension dans le réseau d'alimentation interne (durant entre 30 et 200 ms)
01h13	Pupitre de commande : perte des redresseurs, potentiomètres à zéro
01h15	Tentative de démarrage de l'unité d'absorption de chlore via une soufflante à gaz
01h30	Déclenchement de l'alarme
01h38	Arrivée sur site du groupe d'intervention « électrique »
01h41	Forte explosion, dégâts au niveau du système basse pression de l'unité de traitement du chlore
01h45 – 02h00	Le groupe d'intervention électrique active le rail conducteur de secours, découple les unités intactes et endommagées (chlore basse pression / moyenne pression)
01h45	Déclenchement des asperseurs d'eau, arrivée des pompiers
02h00 – 03h00	Réalisation de relevés aux alentours du site par les pompiers. Par mesure de précaution, un rideau d'eau est mis en place
03h00 – 05h00	Élimination du chlore des différentes parties via l'unité d'absorption, arrêt de l'usine

Les conséquences de l'accident :

Le système basse pression destiné au traitement du chlore est entièrement détruit. Les photos ci-dessous montrent les dommages subis par le collecteur de chlore sous la salle d'électrolyse et par deux tours de refroidissement, ainsi qu'un désembueur.

Plus de 500 kg de chlore ont été relâchés lors de l'accident. Un faible pourcentage est dû au dysfonctionnement de l'unité d'absorption de chlore après 1h12, mais la majeure partie a été relâchée après l'explosion qui a endommagé les cuves.

Les asperseurs et le rideau d'eau ont permis de contenir la propagation du nuage de gaz.

Les pompiers ont mesuré des concentrations en chlore comprises entre 0,1 et 1,5 ppm. Le seuil AEGL-1 ⁽¹⁾ pour 30 minutes a été dépassé en deux endroits, le seuil AEGL-2 ⁽²⁾ pour 30 minutes n'a été dépassé nulle part.

Un employé a inhalé du chlore brièvement, un autre blessé à la jambe est hospitalisé moins de 24h.



DR



DR

⁽¹⁾ concentration dans l'air au-dessus de laquelle selon l'EPA américaine la population en général, y compris les individus sensibles, pourrait ressentir une gêne notable, une irritation, ou certains effets asymptotiques ne pouvant être perçus par les sens ; ces effets ne sont pas invalidants et sont transitoires et réversibles à l'arrêt de l'exposition

⁽²⁾ concentration dans l'air au-dessus de laquelle la population en général, y compris les individus sensibles, pourrait connaître des effets sur la santé graves, durables ou irréversibles, ou voir sa capacité de s'échapper réduite

L'échelle européenne des accidents industriels

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des Etats membres pour l'application de la directive 'SEVESO' et compte-tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

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

Les paramètres composant ces indices et le mode de cotation correspondant sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr>.

La quantité de chlore relâchée est d'environ 500 kg. La limite SEVESO (seuil haut) étant fixée à 25 000 kg, cette quantité représente 2 % de la limite. L'indice pour la catégorie « Matières dangereuses relâchées » est de 3.

L'indice pour la catégorie « Conséquences humaines et sociales » est de 1, deux employés étant légèrement blessés.

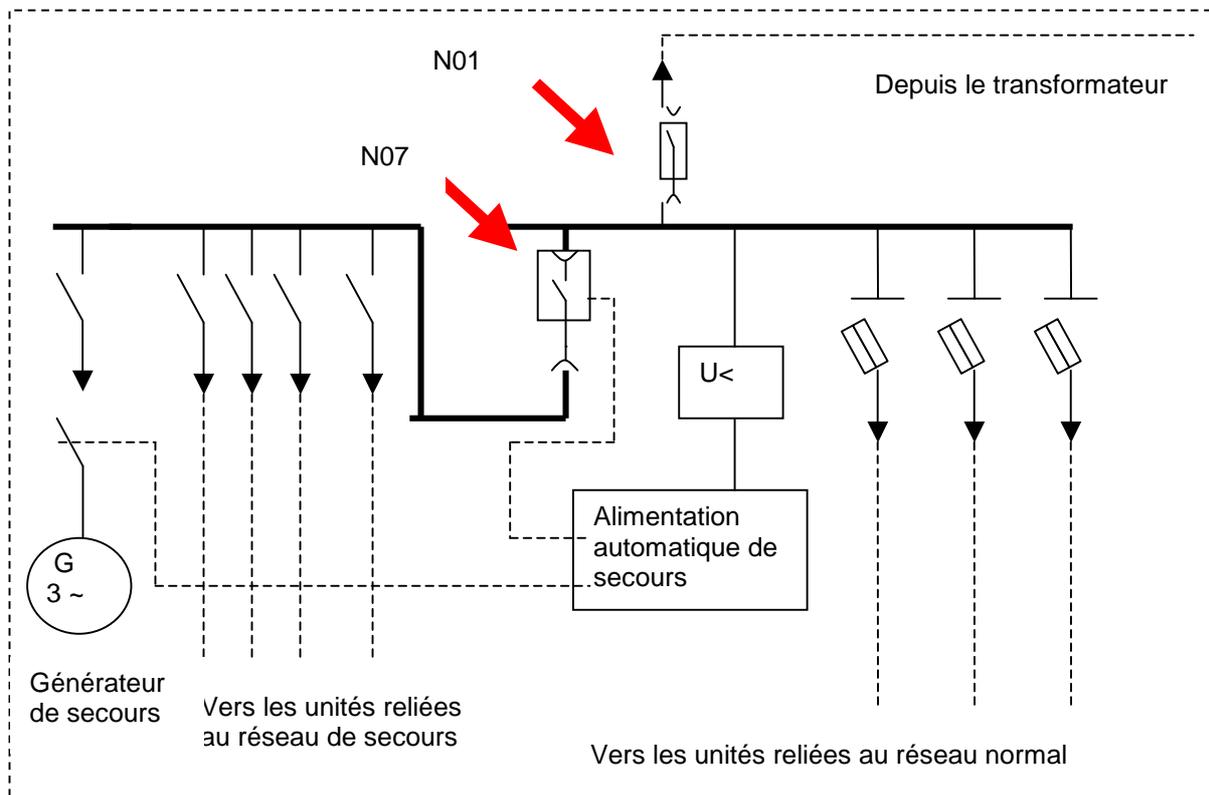
Aucune conséquence environnementale n'est à déplorer au sens des critères de l'échelle européenne des accidents industriels.

Les dommages résultant de l'accident s'élèvent à environ 237 k€ pour l'usine. La production a été perturbée pendant 5 semaines. L'indice pour la catégorie « conséquences économiques » est estimé à 1.

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

En matière de prévention des accidents liés à une panne de l'alimentation électrique, la mesure principale concerne les dispositifs d'alimentation de secours des unités indispensables à la prévention des risques. Ces unités sont principalement les pompes à mercure et l'unité d'absorption de chlore. En cas de perte d'alimentation électrique, les électrolyseurs sont supposés s'arrêter.

Le principe de l'alimentation électrique de secours est illustré sur le circuit suivant.



En fonctionnement normal, le réseau d'alimentation de secours est alimenté par le système de distribution interne et les commutateurs N01 et N07 sont fermés. Si le système de surveillance du réseau détecte une chute de tension et la considère comme une panne, N07 est ouvert et le générateur de secours démarre. Après contrôle de l'état des connexions, le générateur de secours se connecte au réseau d'alimentation de secours et alimente les unités.

Après rétablissement du courant, un basculement automatique et synchronisé est opéré vers le réseau normal. Le système automatique synchronise l'alimentation de secours avec le réseau interne, ferme N07 et arrête le générateur. Ce système automatisé a fonctionné des années durant, notamment lors de la panne de courant du 21 juillet 2009.

Le 23 juillet 2009, un creux de tension est enregistré par le système de surveillance du réseau, le commutateur N07 s'ouvre et le générateur démarre. Mais le générateur de secours n'est pas relié au réseau d'alimentation de secours, car le réseau interne a déjà été rétabli. Un conflit dans les commandes entraîne un blocage du commutateur N07 ouvert, qui ne peut être fermé. Le réseau d'alimentation de secours n'est donc pas alimenté, alors que le réseau interne l'est.

La réaction des composants aux chutes de tension dépend de divers aspects, comme la puissance, la tension de décharge, la rémanence et les spécifications des appareils.

Dans ce cas précis, le compresseur moyenne pression est tombé en panne, alors que le compresseur basse pression a continué à fonctionner.

La panne du compresseur moyenne pression a entraîné une réduction immédiate de l'intensité de l'électrolyse à 6 kA.

La panne des pompes de mercure a entraîné l'apparition d'un « trou » dans la couche de mercure recouvrant le fond de la cellule en acier relié au pôle négatif du courant continu. De l'hydrogène s'est par conséquent formé dans la cellule au contact direct de la cathode, ensuite entraîné avec le chlore dans la conduite collectrice vers l'unité de traitement du chlore. Le mélange a alors explosé dans le système basse pression de traitement du chlore.

Certains appareils de mesure qui n'avaient pas encore basculé sur l'alimentation sans interruption mais étaient toujours reliés au rail d'alimentation de secours ont dysfonctionné, rendant la situation plus complexe. Il s'agissait des capteurs d'hydrogène dans l'unité d'absorption de chlore, et de concentration de chlore après l'unité d'absorption.

De plus, le circuit 6 kA n'était pas visualisé par le potentiomètre. L'opérateur ne disposait donc pas d'une vue globale et fiable de l'état de l'usine, ce qui a rendu possible la formation d'un mélange dangereux de chlore et d'hydrogène pendant 30 minutes au sein du système de traitement du chlore. Les sources d'ignition probables sont soit une décharge disruptive ou un arc électrique dans les cellules, soit une réaction de décomposition spontanée liée à l'injecteur de vapeur dans la conduite collectrice. Après la première explosion dans cette dernière, le compresseur a aspiré de l'air dans le système basse pression, ce qui a causé la déflagration suivie d'une détonation.

Un accident similaire s'est produit en France en 1995 dans des circonstances proches (surcharge électrique d'un transformateur, ARIA 22101). D'autres explosions suite à une accumulation d'hydrogène dans le circuit de collecte du chlore en Norvège, en Suède, aux Pays-Bas et en France (ARIA 6442, 6443, 6444 et 10316) mettent aussi en relief une insuffisance des moyens de détection d'hydrogène dans le chlore collecté et traité (ARIA 14987).

LES SUITES DONNÉES

Une expertise est demandée pour identifier clairement les faits à l'origine de l'accident et en déduire les actions nécessaires pour éviter un tel accident à l'avenir. Le présent document s'appuie en grande partie sur le compte-rendu et les recommandations de l'expert :

1. Optimisation de la technologie utilisée pour contrôler l'alimentation électrique de secours, afin d'éviter tout blocage
2. Conception d'une alimentation de secours de niveau d'intégrité de la sécurité (SIL) 2, conforme à la norme EN CEI 61508/61511
 - Variante 1 : un système de veille redondante muni d'un dispositif de contrôle de qualité SIL 2
 - Variante 2 : abandon de l'alimentation de secours dans la politique de sécuritéMesures prises : la conception de l'alimentation au niveau d'intégrité SIL 2 n'était pas réalisable. Le système de veille redondante a donc été mis en œuvre. L'absence d'alimentation est de plus régulièrement prise en compte dans les analyses de risques.
3. Alarme en cas de panne de l'alimentation de secours et des pompes de mercure en SIL 2, arrêt d'urgence en SIL 2
4. Visualisation de l'état de basculement de l'alimentation, garantie que les dispositifs de contrôle sont correctement reliés à une alimentation sans coupure
5. Consignes d'exploitation en situation exceptionnelle

La mise en œuvre des recommandations est contrôlée par les autorités compétentes.

LES ENSEIGNEMENTS TIRES

Selon l'expert, il est très probable que des systèmes d'alimentation électrique similaires équipent d'autres usines. Il estime que les enseignements sur le système d'alimentation tirés de cet accident ont un caractère transposable. Le premier enseignement tiré est le suivant : dans les études de dangers et les analyses de risques, une coupure de courant ne doit jamais être envisagée de manière binaire (tension / pas de tension). Les conséquences d'une très brève chute de tension (30 ms – 200 ms) doivent également être prises en compte. Lorsque des risques liés à une panne de courant existent, l'alimentation de secours doit être conçue de manière à assurer un niveau d'intégrité de la sécurité (SIL) de 2 conforme à la norme EN CEI 61508/61511. Alternativement, l'option d'alimentation électrique de secours peut être abandonnée dans la politique de sécurité, ce qui nécessiterait une analyse des risques et une conception des installations appropriées.

L'action 4 témoigne des problèmes liés aux améliorations progressives qui sont apportées aux usines existantes. Dans ce cas précis, l'armoire de commutation des dispositifs de surveillance n'avait pas encore été migrée du réseau d'alimentation d'urgence original vers l'alimentation sans coupure.

La recommandation 5 souligne la nécessité de former les opérateurs aux situations exceptionnelles. A cette fin, deux stratégies ont été discutées. L'expert a recommandé d'ajouter des consignes spécifiques. L'entreprise a quant à elle insisté sur le besoin de bénéficier d'une formation approfondie, aucune consigne ne pouvant selon elle couvrir tous les dangers possibles.

Rupture d'une canalisation dans un stockage d'hydrocarbures souterrain en cavités salines

1^{er} mai 2010

**Manosque (Alpes-de-Haute-
Provence)
France**

Rejets
Canalisation / pipeline
Hydrocarbures / Naphta
Corrosion
Dépollution
Rétention déportée

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site :

L'événement implique un stockage de produits pétroliers en cavités salines implanté sur les communes de Manosque et de Dauphin en plein cœur du Parc Naturel du Lubéron. Les installations sont reliées aux principales usines pétrochimiques de Fos – Berre et Lavéra par un réseau de pipelines.

Caractéristiques des installations :

Depuis 1969, 7,5 millions de m³ de produits pétroliers dont 350 000 m³ de naphta* peuvent être stockés dans 26 grandes cavités de 300 à 400 m de haut creusées dans des strates géologiques de sel.

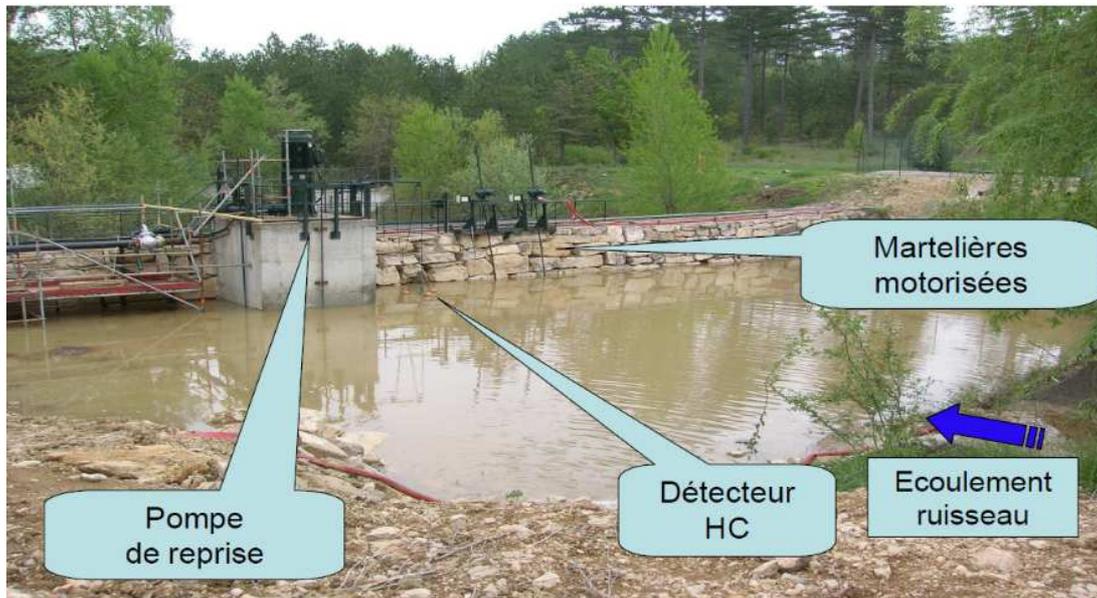
Les installations ne sont pas soumises à la réglementation des installations classées, mais au code minier et à la directive SEVESO.



Localisation géographique du site et des principaux cours d'eau – Droits réservés

(*) Matière première utilisée par les usines chimiques dans la synthèse de matériaux plastiques.
Le naphta, produit hautement volatil, présente des risques d'inflammation et d'explosion au contact de l'air.

Le sous bassin versant du site converge vers un exutoire unique. Une rétention (R1008) a été aménagée pour récupérer hydrocarbures ou saumure en cas d'incident. Cette rétention est équipée de détecteurs d'hydrocarbures et de salinité.

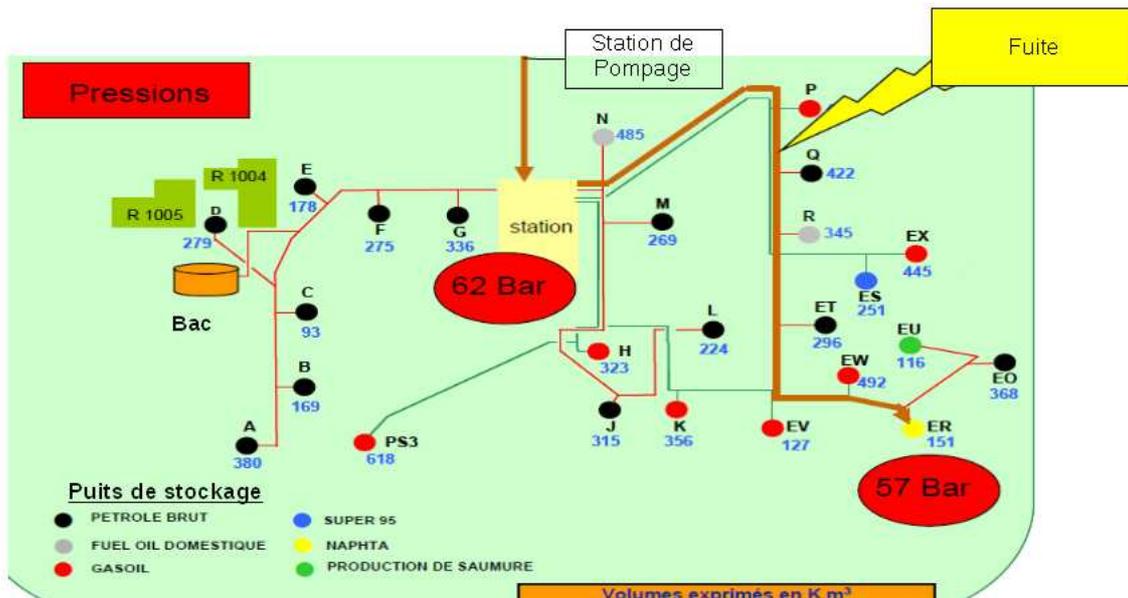


La rétention R1008 – alvéole amont – Droits réservés

L'ouvrage impliqué :

L'ouvrage est une canalisation enterrée reliant une station de pompage à une cavité saline (nommée ER 151 sur le plan), dont les principales caractéristiques sont :

- Diamètre (DN) : 500 mm ;
- Pression maximale de service : 66 bar ;
- Pression au moment de l'accident : 62 bar ;
- Profondeur d'enfouissement : 2 m ;
- Matériau constitutif : Acier de type API 5L X42 ;
- Épaisseur nominale des tubes : 7 mm.
- Produit transporté au moment de l'accident : naphta dont le point éclair est de l'ordre de 41 °C. La LIE est de 0,6 à 0,8% et la LSE est de 6 à 7%. La tension de vapeur est de 0,3 kPa à 20°C.



Plan des installations et localisation de la fuite – Droits réservés.

La canalisation a fait l'objet d'une épreuve à 110 % de sa pression maximale de service en 2003. Un dispositif de protection cathodique régulièrement suivi assure sa protection contre la corrosion.

L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT, SES EFFETS ET SES CONSÉQUENCES

Chronologie des faits :

1er mai

19h20 : rupture de la canalisation véhiculant du naphta.

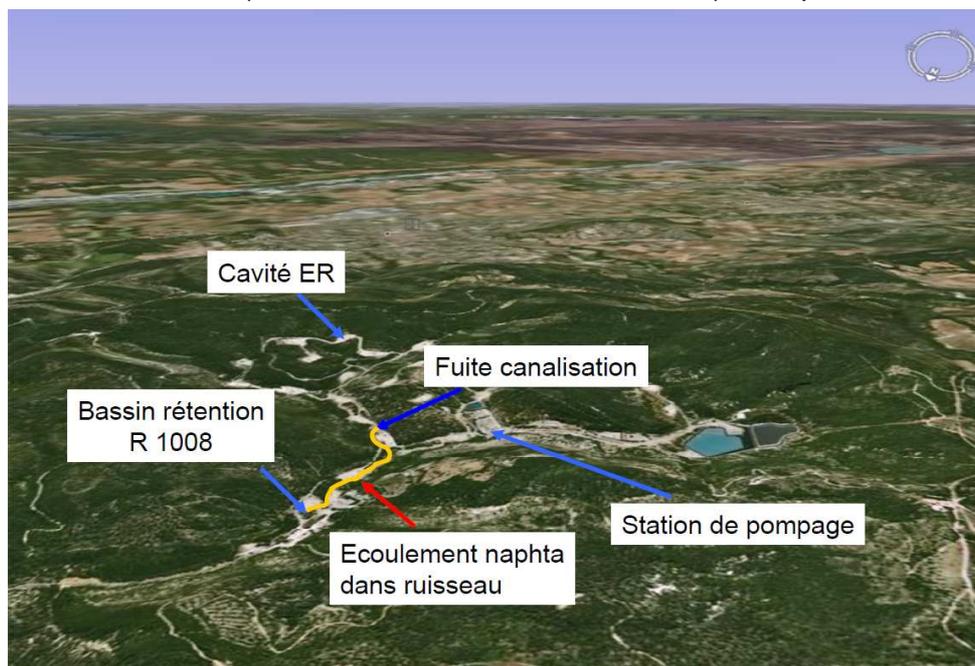
Un bruit violent suivi d'une chute de pression se produit au niveau de la station de pompage.

19h23 : le chef de quart arrête l'injection de naphta en cours.

19h25 : appel de l'astreinte sécurité.

19h30 : déclenchement du Plan d'Opération Interne (POI).

19h43 : la fuite est localisée ; du naphta s'écoule sur la route et dans le ruisseau qui va se jeter dans l'exutoire.



Droits réservés

19h45 : fin de la fermeture des martelières motorisées du bassin de rétention de 5 000 m³ (R1008), soit 25 minutes après la rupture de la canalisation.

Les alarmes des détecteurs d'hydrocarbures du bassin de rétention se déclenchent.

La présence de naphta est constatée dans une alvéole amont du bassin.

Les accès au site sont bloqués à la suite de mesures d'explosivité.

20h30 : appel des pompiers.

20h50 : présence de naphta en aval du bassin R1008 - mise en place de barrages absorbants sur l'AUSSELET. Appel de la Préfecture et du service en charge de la police des mines.

21h00 : arrivée des pompiers.

21h48 : arrivée du sous-préfet.

22h05 : présence de naphta au lieu-dit la « patte d'oie » (*) à 2 km en aval du bassin R1008, non loin d'habitations.

La préfecture déclenche le Plan Particulier d'Intervention (PPI) ; 75 pompiers, une CMIC, une unité spécialisée de dépollution et une vingtaine de gendarmes sont mobilisés.

22h14 : appel des services administratifs en charge des questions de santé, des captages d'eau potable étant implantés sur les communes avoisinantes.

(*) voir carte page 1

22h20 : à la suite de l'emballlement du moteur d'un véhicule qui a pénétré dans le nuage de gaz inflammable au lieu-dit « la patte d'oie » (*), le strict respect du périmètre de sécurité (1 km) est rappelé aux différents intervenants.

Des barrages absorbants sont installés au lieu-dit la « patte d'oie ».

22h30 : demande de mise en place d'un barrage routier sur le CD5 et évacuation des premières habitations.

22h50 : demande de mise en place d'un tapis de mousse (400 litres d'émulseur à déverser en surface du bassin R1008)

22h52 : point sur le comportement du naphta avec le Commandant du SDIS : « vapeurs lourdes, absence de vent, température extérieure peu élevée. Les vapeurs de naphta restent essentiellement cantonnées dans le lit du ruisseau ».

23h00 : évacuation des villages de Dauphin (*) et de St Maime (*); 15 gendarmes issus de 5 brigades et 70 sapeurs pompiers sont dépêchés pour cette intervention.

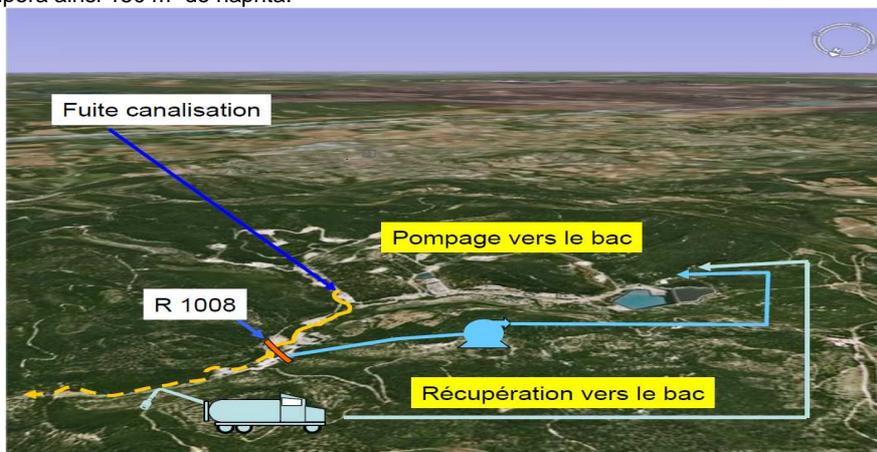
23h32 : le tapis de mousse est déversé sur le bassin de rétention.

L'installation de barrages supplémentaires sur le LARGUE (*) est demandée à sa confluence avec la DURANCE (*).

Des mesures d'explosivité sont constamment réalisées depuis le bassin R1008 jusqu'au LARGUE (*).

2 mai

00h20 : usage des moyens de pompage mobiles puis fixes pour récupérer le naphta dans le bassin. Une société spécialisée pompera ainsi 150 m³ de naphta.



Droits réservés

03h00 : à la suite d'une autre campagne de mesures d'explosivité au lieu-dit la « patte d'oie » (*), les secours installent un rideau d'eau.

03h45 : les riverains peuvent regagner leur domicile (sauf 5 habitations).

04h00 : la plupart des habitants regagnent leur logement, mais les captages d'eau de 3 communes sont suspendus.

06h00 : relève du personnel d'intervention.



Rideau d'eau – Droits réservés

10h35 : LIE à 0 % au bassin R1008 et à la « patte d'oie » (*).

13h15 : interviews données à la télévision (France 3 et M6).

14h30 : définition avec le service en charge de la police des mines des mesures à prescrire (modalités de reprise de l'exploitation et mesures environnementales).

16h00 : communication auprès des populations de Dauphin (*) et de St Maime (*). LIE à 0 % sur tous les points.

18h30 : levée du PPI.

(*) voir carte en page 1.

Les conséquences :

L'accident a des conséquences multiples :

Matières dangereuses relâchées :

Un volume estimé à 400 m³ de naphta s'écoule par la brèche de la canalisation vers la rétention de 5 000 m³ localisée plusieurs centaines de mètres en aval pour un dénivelé de 20 m, bassin duquel 200 m³ de produit s'échappent par 2 martelières restées ouvertes pendant plus de 25 minutes. La quantité de naphta évaporée au cours de l'accident n'est pas connue. Aucune modélisation sur la forme du nuage n'a été réalisée.

Conséquences humaines et sociales :

Durant l'évacuation du personnel, le gardien du site, victime d'un malaise, est transporté à l'hôpital.
 Lors de l'intervention des secours, 2 pompiers incommodés par les vapeurs de naphta sont placés sous oxygène.
 Un périmètre de sécurité de 1 000 m est instauré, 282 habitants répartis sur 2 communes sont évacués près de 5h. Lorsqu'ils réintègrent leur domicile, les riverains ne peuvent pas utiliser l'eau du robinet en raison des recommandations des autorités.
 La ressource en eau n'étant pas suffisante pour assurer les besoins des riverains, 168 packs d'eau sont achetés et distribués par la mairie de Dauphin. Pour les autres communes, un contrôle des puits de captage est réalisé ; aucune pollution ne sera observée.

Impact sur l'environnement :

Des impacts faunistique et floristique sur des milieux remarquables protégés sont constatés : mortalité de mammifères, batraciens et invertébrés.



Crapaud et renard morts – Droits réservés

Le naphta s'est écoulé sur 5 km le long de l'AUSSELET et du LARGUE.
 A l'endroit où s'est produit la fuite, 1 500 m² de terrain sont pollués sur 3 à 4 m de profondeur.

Conséquences économiques :

L'exploitant consacre 7 millions d'euros à des modifications et à l'inspection de son réseau de canalisations qui s'étend sur plus de 8 km.

Échelle européenne des accidents industriels :

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des États membres pour l'application de la directive 'SEVESO' et compte-tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

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

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

L'indice « matières dangereuses relâchées » est coté à 3 car 400 m³ de naphta se sont déversés à la suite de la rupture de la canalisation.

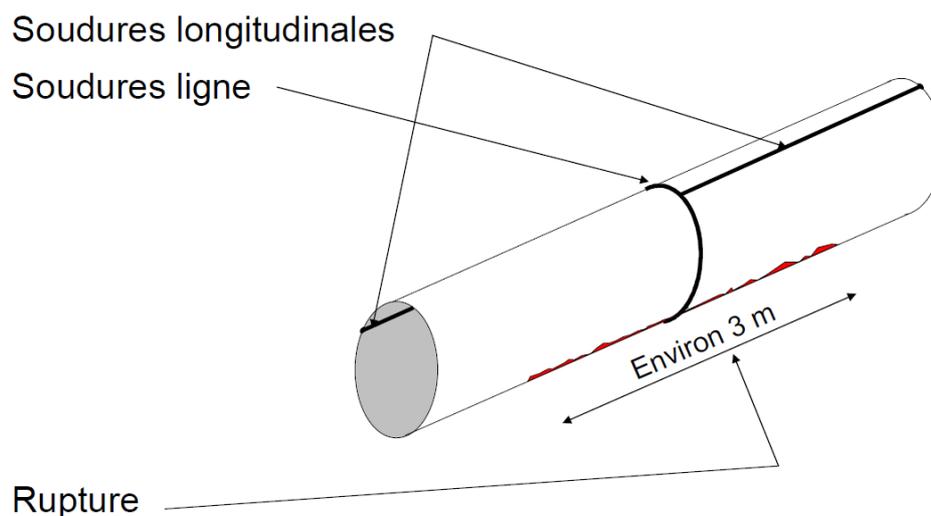
L'indice « conséquences humaines et sociales » est égal à 3 en raison de l'évacuation de 282 personnes pendant plus de 5h.

L'indice « conséquences environnementales » vaut 3 en raison de l'écoulement du produit sur 5 km le long de l'AUSSELET et de la LARGUE.

L'indice « conséquences économiques » n'est pas coté du fait du manque d'information concernant cet indicateur.

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

La canalisation est déterrée. Une rupture est observée sur 3 m au niveau de la génératrice inférieure en position 6 h :



Localisation de la rupture – Droits réservés



Partie endommagée – DREAL PACA

Après une expertise, un laboratoire conclut en juin 2010 à une rupture par corrosion caverneuse qui s'est développée sous un dépôt dur sur le fond du tube.

Le positionnement de la zone corrodée au droit de la génératrice inférieure serait liée à la circulation d'eau salée plus dense que le naphta dans la conduite.

Le dépôt dur est constitué d'un mélange d'hydroxyde et d'oxyde de fer, avec présence en surface d'oxygène, de soufre et de chlore. Le chlore sous forme de chlorure a contribué à la perte d'épaisseur des parois par un mécanisme de corrosion par aération différentielle.

La perte d'épaisseur sur la génératrice inférieure a créé une zone de faible résistance mécanique qui a favorisé la rupture de l'ouvrage, propageant sa déchirure sur plus de 3 m.

Des contrôles non destructifs (CND) sont réalisés sur certains points de la tranche de la canalisation pour localiser d'autres zones critiques sur le tronçon ; aucune perte d'épaisseur n'est constatée. Les essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques de l'acier du tube n'ont révélé aucune anomalie.

LES SUITES DONNÉES

Mesures prises après l'événement :

L'exploitant définit une première série de mesures correctives sur le bassin de rétention (R1008) ainsi que sur le réseau de canalisations du site. Le plan particulier d'intervention (PPI) est modifié pour intégrer le retour d'expérience de l'événement du 1^{er} mai.

Bassin de rétention :

Plusieurs mesures sont prises :

- réaménagement de la rétention R1008 et mise en place de nouveaux automatismes : motorisation des martelières avec commande à distance et report en salle de contrôle, asservissement de celles-ci aux détecteurs de chute de pression ;
- contrôle de l'état et de l'étanchéité des martelières ;
- amélioration de la détection amont (précoce) et multiplication des détecteurs d'hydrocarbures.

Canalisations :

A la suite de l'accident et dans le cadre d'un arrêté préfectoral, la police des mines demande à l'exploitant de baisser la pression de service de ses canalisations sur l'ensemble de son site.

La pression d'exploitation est en conséquence réduite de 65 bar à 45 bar.

Des organes d'isolement des tronçons de canalisation en cas de fuite sont modifiés.

Suivi de l'impact environnemental :

Un bureau d'études établit en août 2010 un diagnostic de la qualité des sols à partir de plusieurs prélèvements :

- d'eaux et de sédiments sur différents cours d'eau ;
- de sols à différentes profondeurs.

Les résultats mettent en évidence une pollution des sols au niveau de la fuite avec des concentrations importantes en benzène, toluène et hydrocarbures volatils. Ces composés étant biodégradables, l'organisme propose différentes solutions in situ pour traiter les sols et la nappe. La pertinence des solutions proposées sera examinée par l'inspection pour déterminer les travaux à effectuer, les niveaux de dépollution à atteindre, ainsi qu'un calendrier de réalisation.

Concernant les impacts sur la faune et la flore, un laboratoire spécialisé confirme dans un rapport du 30 novembre 2010 qu'il y a bien eu un impact sévère sur le milieu aquatique. Toutefois, il lui semble que la faune et la flore tendent à recoloniser assez rapidement l'habitat dégradé.

Enfin, il n'apparaît pas nécessaire de curer l'AUSSELET, un rapide retour à la normale de la faune et de la flore étant constaté.

Ces conclusions sont tout à fait cohérentes avec les rapports de prospection réalisés par d'autres organismes en juin et octobre 2010.

Suivi en service des canalisations du site

L'exploitant étudie la faisabilité technique du passage d'un racleur instrumenté dans son réseau de canalisations. Il s'agit notamment de vérifier la possibilité de modifier le tracé actuel des canalisations pour pouvoir y faire circuler un outil instrumenté permettant de contrôler à 100% leur état.

A ce titre, l'exploitant remet à l'inspection en novembre 2010 un rapport dont les conclusions provisoires apportent plusieurs éléments :

- le raclage et l'inspection par piston instrumenté des canalisations de collecte des différentes tranches du site de Manosque sont réalisables ;
- l'ensemble des modifications préalables, impose un délai de l'ordre de 10 mois de travaux avant de pouvoir commencer la phase d'inspection par pistons instrumentés ;

- la phase de raclage et d'inspection a pour sa part un délai de réalisation qui ne saurait être inférieur à 3 mois, délai évalué sans prendre en compte les disponibilités du (des) fournisseur(s) de la prestation, ni les contraintes d'exploitation.

Le coût des opérations correspondantes est évalué à plus de 7 millions d'euros.

Un arrêté préfectoral du 23 juin 2011 fixe le calendrier des travaux et mesures de maîtrise de risques complémentaires à mettre en œuvre sur les canalisations et le dispositif de rétention du site. Il précise également les mesures de dépollution des terres et les modalités de restitution du suivi écologique de la zone impactée par l'accident.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

A la suite de l'événement, l'exploitant dresse un bilan des principaux éléments positifs et des points à améliorer. Parmi les points positifs, il souligne le bon fonctionnement du poste de crise et les relations constructives avec le service en charge de la police des mines.

Comme principaux axes d'amélioration, il mentionne la nécessité en pareil cas de disposer :

- d'équipements de protection individuelle en nombre suffisant (masques à cartouche) ;
- d'un stock d'explosimètres, de lampes et de radios ATEX, ainsi que de vêtements de travail jetables ;
- de moyens fixes de barrage routier ;
- d'un stock de nourriture non périssable et d'eau sur le terrain ;
- de véhicules avec arrêt d'urgence dotés d'étouffoir.

Plus généralement, l'accidentologie montre que les interventions sur fuite alimentée de liquide inflammable peuvent être dangereuses. Un périmètre de sécurité suffisant doit être mis en place rapidement autour de la zone de fuite. Dans le cas présent, il s'est étalé sur un cercle d'un kilomètre de rayon. Dans le cas du naphta dont les vapeurs peuvent former des mélanges explosifs avec l'air ou provoquer des incendies par accumulation de charges électrostatiques (expérience de Klinkenberg), il convient de limiter au maximum la surface d'évaporation du produit.

A Manosque, plusieurs techniques ont été utilisées :

- installation de barrages flottants (boudins), de bottes de paille sur les cours d'eau pour limiter l'écoulement du naphta ;
- mise en place d'un tapis de mousse sur la rétention pour limiter la vaporisation du produit ;
- périmètre de sécurité d'un km pour limiter les sources d'ignition.

Les mesures d'explosivité et la prévention des points chauds méritent beaucoup de rigueur et de précautions, un simple téléphone portable ou appareil photographique étant susceptible d'initier la combustion. Des poches de gaz inflammables peuvent se constituer dans les espaces confinés, les mesures d'explosivité doivent y être réalisées sans sous-estimer le risque d'explosion.

Le plan de secours constitue le référentiel sur lequel doivent s'appuyer les différents acteurs en situation d'urgence. Il contient notamment les procédures d'intervention, préalablement établies entre l'exploitant, les pompiers et la gendarmerie ou la police, permettant de définir clairement les rôles et les modalités d'intervention de chacun : coupure des vannes, établissement du périmètre de sécurité, assistance à la population, gestion de la phase de confinement...

Au-delà de l'existence d'un plan de secours régulièrement testé et adapté aux différents types de fluides véhiculés dans le pipeline, la gestion des secours s'appuie ensuite sur une bonne coordination entre les services d'intervention concernés (police, gendarmerie, pompiers...) et les exploitants : prise en charge des victimes, installation d'un poste de commandement commun entre tous les services, ajustement du périmètre de sécurité et gestion de la communication en sont les éléments essentiels.

Autres accidents de canalisations de transport :

ARIA 168 – Accident de Rosteig (FRANCE) le 28 juillet 1989,

ARIA 35176 - Accident d'Appomattox en Virginie (États Unis) le 14 septembre 2008,

ARIA 36654 - Accident de la plaine de la Crau (France) le 18 août 2009...

Rejet de matières dangereuses suite à une étude HAZOP incomplète

21 Septembre 2010

Heilbronn
Allemagne

Rejet dangereux
Évaluation des risques
Facteur humain
Ergonomie

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site :

L'établissement fabrique des additifs chimiques pour l'industrie textile et papetière. Le site se trouve dans une zone industrielle en périphérie de la ville de Heilbronn et son voisinage immédiat est constitué d'autres établissements industriels. Le site, fondé en 1947, a fait l'objet de plusieurs modifications et extensions depuis. Les processus de fabrication se font dans des réacteurs chimiques polyvalents et fonctionnent par batch.

L'unité impliquée :



Fig. 1: Vue du réacteur après l'accident

L'unité accidentée est constituée d'un réacteur polyvalent fonctionnant par batch, équipé de condenseurs en verre et d'un disque de rupture taré à 0,8 bars. Le réacteur est conduit à la fois par des procédures manuelles et automatiques.

Le réacteur est connecté à un réservoir d'eau d'une capacité de 32 L au moyen d'une tuyauterie contrôlée par deux vannes. La vanne inférieure est opérée manuellement alors que la vanne supérieure reste normalement ouverte et se ferme automatiquement en cas de surpression supérieure à 0,5 bars dans le réacteur. La vanne manuelle doit normalement être en position fermée avant le début de la réaction d'hydrolyse menée le jour de l'accident.

L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT, SES EFFETS ET SES CONSÉQUENCES

L'accident :

Une erreur lors de l'addition d'eau dans le réacteur (ajout de 30 L en une fois au lieu de 3 L) a conduit à une réaction exothermique incontrôlée. Le contenu réactionnel s'est mis à mousser et a cassé la vitrerie du condenseur, ce qui a conduit au rejet de vapeurs d'acide chlorhydrique (équivalent à 60 kg d'HCl) dans l'atmosphère de l'atelier.

Contrairement à ce que prévoyait la procédure, la vanne manuelle était restée ouverte en début de batch, ce qui a provoqué l'arrivée brutale des 30 L d'eau du réservoir dans le réacteur quand la vanne automatique a été ouverte. Malgré le déclenchement de l'automatisme en cas de surpression (>0,5 bars), il était trop tard pour empêcher l'arrivée d'eau excédentaire dans le réacteur.

Le dégagement de vapeurs d'HCl dans le bâtiment abritant le réacteur a déclenché les alarmes incendies et l'appel des services de secours extérieurs. Un employé a déclenché la ventilation forcée du bâtiment, ce qui a rejeté les vapeurs d'HCl à l'extérieur du site et a touché son voisinage.

Les conséquences :

Sept personnes extérieures à l'entreprise ont été incommodées par le nuage rejeté et ont dû recevoir des soins médicaux, deux d'entre elles sont restées en observation à l'hôpital durant la nuit. Les dommages sont limités aux dégâts subis par la vitrerie du condenseur et à l'aspersion des équipements de l'unité par le contenu réactionnel. Ils sont évalués à 30 k€ par l'exploitant.

Échelle européenne des accidents industriels :

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des Etats membres pour l'application de la directive 'SEVESO' et compte-tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

Rejet de matières dangereuses		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences humaines et sociales		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences environnementales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences économiques		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

L'indice « matières dangereuses relâchées » n'est pas coté car l'acide chlorhydrique n'est pas une substance Seveso.

L'indice « conséquences humaines et sociales » est coté à 3 en raison des blessures subies par 7 personnes extérieures à l'établissement.

L'indice « conséquences environnementales » n'est pas coté en raison de l'absence d'impacts sur l'environnement.

L'indice « conséquences économiques » n'est pas coté en raison de l'absence de dommages supérieurs à 100 k€.

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

La réaction à l'origine de l'accident était une hydrolyse faisant partie d'un procédé de fabrication en trois étapes réactionnelles distinctes au sein du même réacteur.

La première étape de ce procédé consistait à faire réagir un chlorure de phosphoester organique avec un alcool gras. A l'étape suivante, de l'eau était ajoutée, libérant du HCl gazeux en proportion au volume d'eau ajouté. C'est cette étape qui a provoqué l'accident. Enfin, la dernière réaction consistait à faire réagir le groupe hydroxyle obtenu avec de la soude (NaOH) pour libérer de l'eau.

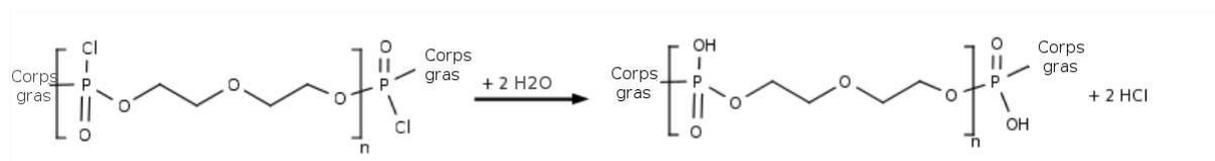


Fig. 2: Etape d'hydrolyse qui a libéré de l'HCl , réaction à l'origine de l'accident

Le service hygiène et sécurité de l'entreprise avait étudié ces réactions au moyen d'une analyse de risques de type HAZOP afin d'identifier les risques de dérives réactionnelles et les conséquences accidentelles potentielles de ces dérives.

L'étude HAZOP (HAZard and OPerability) avait bien identifié les risques de perte de contrôle de la réaction d'hydrolyse liés à l'ajout d'un excès d'eau, mais se contentait de préconiser une amélioration des procédures opératoires standards. Toutefois, les procédures opératoires standards en vigueur le jour de l'accident ne suffisent pas pour maîtriser un risque de perte de contrôle réactionnel. En mode de conduite manuelle, seule une conception intrinsèquement sûre, permettant l'ajout en une fois de 3 L d'eau au maximum, aurait pu empêcher l'accident de se produire.

D'autres méthodes de prévention des emballements réactionnels, basées sur des dispositifs techniques de contrôle des paramètres de la réaction, n'auraient réagi que trop tardivement après l'ajout excessif d'eau et la montée en pression brutale dans le réacteur. Les dispositifs techniques de contrôle de la pression lors de phénomène de moussage dans un réacteur nécessitent une connaissance très fine du procédé de la part de leurs concepteurs. L'approche la plus sûre et la plus efficace reste encore d'éliminer à la base toute possibilité d'emballement réactionnel.

L'inspection menée sur l'unité accidentée a montré que sa conception n'était pas adaptée aux exigences ergonomiques d'une conduite sûre du réacteur. Le réservoir de 30 L d'eau est relié par une tuyauterie au réacteur. Le débit dans la tuyauterie est contrôlé par deux vannes dont l'une est à déclenchement manuelle et qui doit être en position fermée au lancement de la réaction. Le déclenchement de la deuxième vanne est contrôlé par un automate du procédé. Elle s'ouvre automatiquement lors de l'étape d'injection d'eau dans le réacteur et se ferme automatiquement en cas de surpression accidentelle détectée dans le réacteur. La vanne manuelle ne possède pas de marques de position et sa position est difficilement visible par l'opérateur.

Le lancement de la séquence automatique d'ajout d'eau a provoqué l'ouverture normale de la vanne automatique, mais la position ouverte de la vanne manuelle a déclenché l'injection en une seule fois des 30 L du réservoir d'eau dans le réacteur au lieu des 3 L prévus. L'automate de l'unité ne pouvait plus rien faire pour empêcher l'emballement de la réaction car sa fonction de sécurité était basée sur le contrôle de la quantité d'eau injectée. La surpression provoquée par le phénomène de moussage (0,8 bars) a été suffisante pour casser la vitrerie du condenseur, mais insuffisante pour déclencher le disque de rupture qui est resté intact.

La conception de l'automate de contrôle était intrinsèquement mauvaise, car il ne pouvait se déclencher qu'une fois dépassé le seuil de surpression critique dans le réacteur (seuil d'alarme à 0,5 bars). Dans cette situation, toute l'eau du réservoir est déjà dans le réacteur et la fermeture automatique de la deuxième vanne n'a plus aucun effet.

LES SUITES DONNÉES

L'unité a depuis été modifiée pour limiter le volume maximal d'eau qui peut être ajouté en une fois et pour améliorer l'automate de contrôle. Les études de sécurité de type HAZOP ont été reprises pour passer en revue toutes les réactions exothermiques qui peuvent se produire dans ce réacteur. Une attention particulière a été donnée aux conséquences des erreurs de conduites et à la recherche d'un équilibre entre les mesures de contrôles des risques et la gravité des conséquences en découlant.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

Deux grands enseignements peuvent être tirés de cet accident :

1. L'identification des risques lors d'une étude de sécurité de type HAZOP doit être couplée avec une approche équilibrée et adaptée des moyens de contrôle et de mitigation. Les possibilités de dérives réactionnelles pouvant mener à une perte de contrôle du procédé justifient de mettre en place des équipements ayant une conception sûre, ou des automatismes de contrôle extrêmement fiables et très rapides.
2. La conception du réacteur et de ses équipements périphériques doit prendre en compte les aspects ergonomiques et apporter une aide aux opérateurs. Cela signifie, entre autre, que la position ouverte ou fermée des différentes vannes doit être clairement visible. Les mécanismes et automates de contrôle doivent être utilisés autant que possible pour empêcher la survenue d'erreurs de conduite pouvant mener à la perte de contrôle du procédé.

Décomposition d'engrais dans un sécheur

8 février 2010

Ribécourt-Dreslincourt (Oise)
France

Chimie
Engrais
Décomposition
Organisation / procédures
Corrosion
Défaut de maîtrise du procédé

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site :

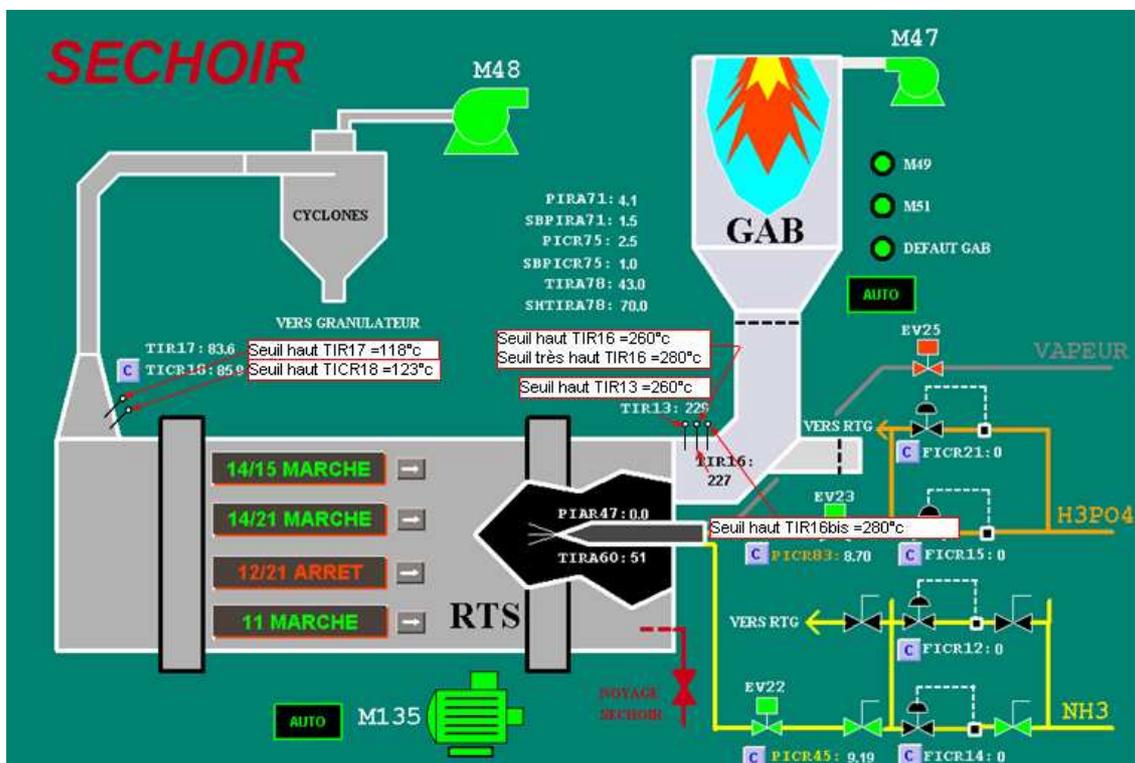
L'usine fabrique, stocke, mélange, conditionne et expédie des fertilisants solides de type NPK. Elle produit également des fertilisants binaires (PK, NP et NK) mais aussi des fertilisants liquides (NS et NP) en quantités moindres.

L'établissement est soumis à autorisation avec servitudes pour le stockage d'ammoniac sous la rubrique 1136-A-1. Il est soumis à autorisation pour le stockage de nitrate d'ammonium en solution chaude (NASC) (rubrique 1330-2), ainsi que pour le stockage et l'emploi d'acides sulfurique et phosphorique (rubrique 1611).

L'unité impliquée :

L'accident se produit sur l'unité de séchage des engrais.

Le séchage des engrais sortant du granulater s'effectue dans un tube rotatif. Une bouillie de phosphate d'ammonium obtenue dans un réacteur tubulaire par réaction de l'acide phosphorique et de l'ammoniac est pulvérisée sur les granulats en entrée du sécheur. Le séchage est assuré par production d'air chaud grâce à un générateur au gaz naturel d'une puissance calorifique de 7 MW.



DR

L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT, SES EFFETS ET SES CONSÉQUENCES

L'accident :

Un employé aperçoit vers 10H30 des fumées jaunes émises à la cheminée principale de l'atelier de fabrication d'engrais NPK. Ces fumées sont dues à une décomposition de l'engrais NPK 11-11-32 contenu dans le sécheur. Afin de réduire ce rejet accidentel, l'opérateur en charge de la salle de contrôle arrête le ventilateur d'extraction. Les gaz de décomposition sont alors émis dans l'atelier.

Les conséquences :

Un opérateur est transféré par précaution à l'hôpital de Compiègne après avoir inhalé ces vapeurs nitreuses dans l'atelier.

Le POI est déclenché et le SDIS intervient à 11h10. Après redémarrage et noyage du sécheur, la décomposition de l'engrais est arrêtée. Ce dernier a été retiré du sécheur et stocké. Il a été ensuite réutilisé par l'exploitant le lendemain.



Photo Internet / Expompiersdu60

Échelle européenne des accidents industriels :

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des Etats membres pour l'application de la directive 'SEVESO' et compte-tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

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

Lors de l'accident, aucune substance relevant de la directive Seveso n'a été relâchée, l'indice relatif aux matières dangereuses relâchées est donc égal à 0. Un opérateur, ayant inhalé des vapeurs nitreuses, est conduit à l'hôpital, l'indice relatif aux conséquences humaines et sociales est égal à 1 (cf. paramètre H5). Aucune conséquence environnementale n'est relevée, conduisant à un indice relatif aux conséquences environnementales de 0. Les coûts des dommages matériels ne sont pas connus, l'indice relatifs aux conséquences économiques n'est donc pas coté.

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

LES SUITES DONNÉES

Les inspecteurs, informés du déclenchement du POI, se rendent sur les lieux et participent à une réunion sur les causes et circonstances de l'accident. Un inspecteur participe aussi au CHSCT exceptionnel tenu à la suite de l'accident. Pour l'inspection annuelle, le thème du SGS « maîtrise des procédés » a été abordé.

L'exploitant prend plusieurs dispositions :

- modification des standards de fabrication pour intégrer un seuil d'alarme sur la température d'entrée de l'air chaud adapté à chaque fabrication ;
- fixation du seuil d'alarme pour les engrais à base d'ammonitrate à 260 °C ;
- révision de la procédure d'arrêt pour maintenance afin de spécifier les contrôles et les seuils de température sur les différentes étapes nécessaires à l'arrêt ;
- création d'une fiche réflexe dans le POI pour éviter qu'un opérateur ne coupe la ventilation en cas d'émission de gaz toxique.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

Organisation, procédures, contrôles, maîtrise des procédés :

L'accident est dû aux événements qui ont eu lieu 10 jours plus tôt où une cuve corrodée a été vidangée dans des cuves contenant de l'acide phosphorique plus concentré. Ainsi, l'exploitation s'est poursuivie en mode dégradé, sans analyse des répercussions engendrées par l'utilisation d'un acide plus dilué au niveau du sécheur, dans le cas présent, la perte de maîtrise du procédé et l'émission de vapeurs nitreuses.

Par ailleurs, un contrôle visuel des cuves d'acide aurait permis de constater la corrosion responsable de la fissure de l'une d'entre elles. Le contrôle et l'entretien de l'ensemble des équipements sont nécessaires pour prévenir le phénomène de « vieillissement » des installations et permettre leur fonctionnement avec un niveau de sécurité convenable.

Gestion du retour d'expérience :

Les mesures prises par l'exploitant sont de nature à éviter le renouvellement de l'accident, notamment, la détection rapide d'anomalie sur l'étape de séchage en révisant la procédure d'arrêt pour maintenance et en renforçant les contrôles et seuils de température.

Lors de l'accident, un seuil d'alarme réglé sur une température plus basse que celle correspondant à la décomposition de l'engrais sec aurait permis aux opérateurs d'agir rapidement, l'intégration d'un seuil d'alarme propre à chaque fabrication devrait permettre désormais de détecter plus rapidement et de mieux contrôler une dérive du procédé.

La réflexion engagée sur le thème du SGS « maîtrise des procédés » fait partie des mesures permettant de mieux appréhender les risques liés au démarrage d'une installation en mode dégradé. La poursuite de l'exploitation à un niveau comparable à celui de référence demande alors 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 avec les moyens humains et matériels adaptés.

Une formation renforcée des opérateurs tant au niveau du procédé dont il suit les étapes qu'au niveau des actions à réaliser en situation de marche dégradée (procédures, fiches réflexe...) apparaît également nécessaire.

Explosion dans une usine de production de carboxyméthylcellulose (gomme de cellulose)

11 juillet 2009

**Nimègue (Gelderland)
Pays-Bas**

Explosion
Incendie
ATEX
Exploitation en mode dégradé
Facteur humain / Procédures
Analyse des risques
Gestion des modifications

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site :

Située dans la ville de Nimègue au bord de la rivière Waal, l'entreprise appartient à une multinationale disposant de plusieurs usines en Finlande et en Chine. Autorisé à stocker 50 tonnes d'acide monochloracétique (MCA), composant toxique, le site est de ce fait classé SEVESO seuil bas.



La CMC, ou carboxyméthylcellulose, est un polymère dérivé de la cellulose naturelle. Soluble dans l'eau, elle est souvent utilisée sous forme sodée (carboxyméthylcellulose de sodium).

La CMC est également utilisée dans l'industrie alimentaire (additif E466) pour modifier la viscosité (agent épaississant) ou stabiliser les émulsions dans de nombreux produits tels que les crèmes glacées.

La CMC, qui présente une haute viscosité, n'est ni toxique ni allergénique. Ces propriétés en font un composant très utilisé dans de nombreux produits non-alimentaires. Il entre par exemple dans la composition de lubrifiants, de dentifrices, de laxatifs, de pilules amaigrissantes, de peintures à l'eau, de détergents, d'ensimage textile et de produits en papier.

L'entreprise fabrique de la carboxyméthylcellulose (CMC) sur deux chaînes de production distinctes, au sein d'un bâtiment construit en 1928 pour une production de fibres synthétiques.

Cette production de fibres synthétiques fut délocalisée en 1969 vers des pays à bas salaires et remplacée par celle de carboxyméthylcellulose pour diverses applications en 1970.

Pour satisfaire une demande accrue en CMC, l'ancien bâtiment est modifié en 1998, pour accueillir deux chaînes de production, l'une destinée à la production de CMC technique et l'autre à la production de CMC de qualité pharmaceutique. Chaque chaîne se compose d'un réacteur, de deux cuves de pâte (« slurry ») en série, d'un filtre à bande sous vide, d'un broyeur, d'un séchoir et de cuves de stockage de CMC.

La zone de production est signalée en rouge sur la photo ; les autres bâtiments sont utilisés comme bâtiments administratifs et stockages.

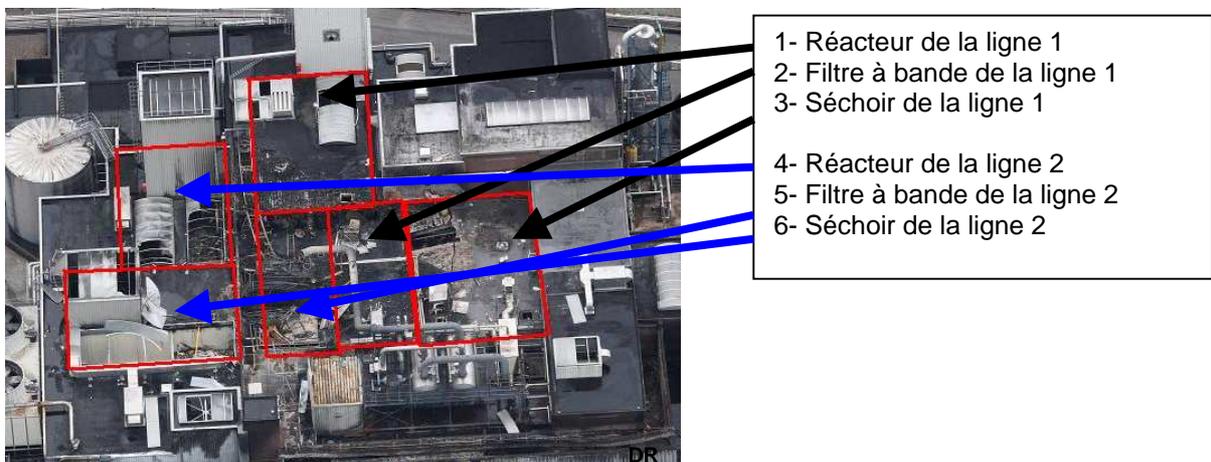
Les ateliers possèdent des murs « REI 60 » (résistance au feu de 60 min), des systèmes d'extinction automatique (sprinklers) et des détecteurs d'explosivité (LIE).

Le site emploie 65 personnes qui travaillent en équipes par roulement. L'équipe de jour compte 25 employés. L'unité concernée fonctionne en flux continu (24 heures sur 24 et 7 jours sur 7) sous le contrôle permanent (y compris les week-ends) d'une équipe de 2 personnes.



DR

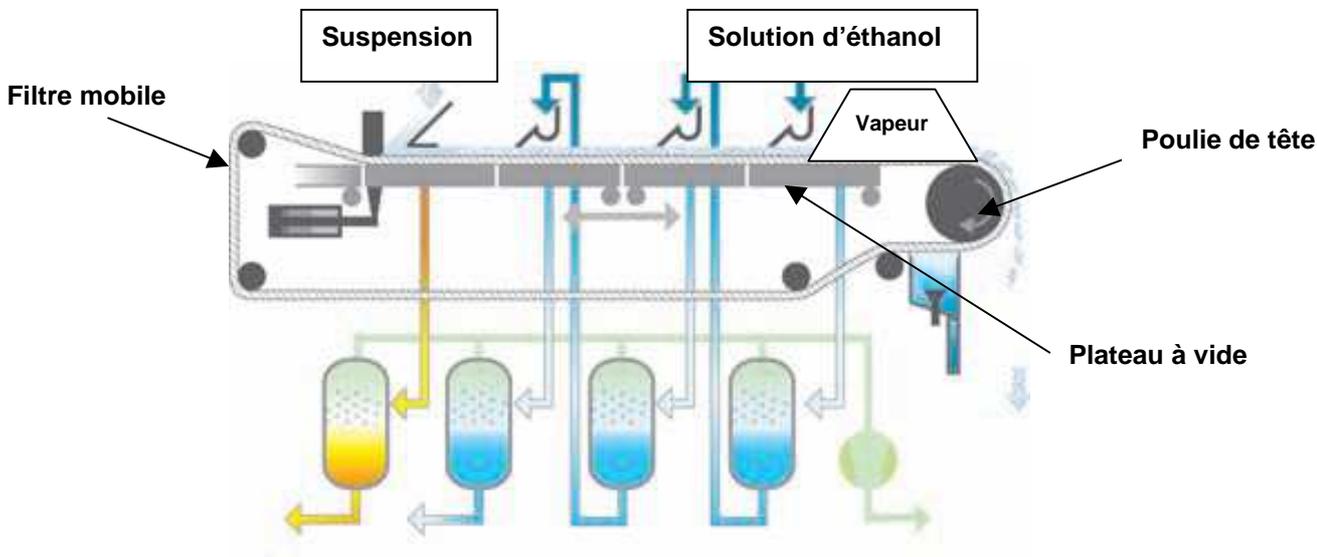
Après synthèse dans le réacteur, la suspension de CMC est stockée dans une cuve de 15 m³. Cette suspension, appelée « CMC technique », est un mélange de 60 % de CMC et de 40 % de sels (chlorure de sodium et glycolate sodique), directement utilisable dans les détergents par exemple. Un processus de purification supplémentaire est nécessaire afin de retirer les sels et obtenir la CMC pure entrant dans la composition de produits alimentaires, pharmaceutiques et de certains dentifrices. Ce processus de purification est effectué sur un filtre à bande sous vide à l'aide d'une solution d'éthanol à 65 %.



L'unité concernée :

L'unité concernée est un filtre à bande sous vide de type RT (plateau à mouvement alterné). Une toile filtrante sans fin est supportée par un plateau rigide, profilé et mobile, qui constitue la zone de vide du filtre sous vide. Le fond du plateau se compose d'une structure grillagée ouverte. Une poulie de tête entraîne la toile filtrante.

La pâte est répartie sur la toile filtrante à une extrémité et la phase liquide de la suspension est aspirée par le plateau de vide au cours d'une première phase de dépression.



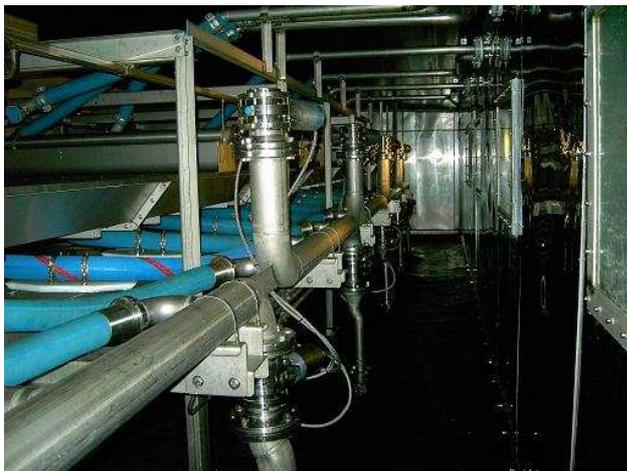
Lavage du gâteau à contre-courant (Illustration Larox Pannevis DR)

Au cours d'une seconde phase, appelée « lavage à contre-courant », le gâteau de CMC est lavé avec une solution d'éthanol à 65 % qui est ensuite aspirée au travers du gâteau de CMC lors de la phase de dépression suivante.

Après trois phases de lavage à contre-courant, le gâteau est séché par injection de vapeur pour éliminer toute présence de solution d'éthanol dans le gâteau de CMC.



Image générique d'un filtre à bande sous vide de type RT (Photo Larox Pannevis DR)



Vue du filtre dans l'enceinte (DR)



Vue extérieure de l'enceinte à revêtement acier (DR)

En 1999, pour répondre à une forte demande en CMC, la capacité de production fut doublée. Deux nouveaux filtres à bande sous vide furent installés dans l'ancienne usine. Aucun dispositif de sécurité, tels que des événements d'explosion (*Explosion Release Control, ERC*) n'équipait l'ancien bâtiment.

La bonne pratique requiert l'utilisation d'un filtre à bande sous vide étanche de type GT (*Gas Tight, étanche aux gaz*) si un solvant est utilisé au cours du processus de purification. Cependant, en raison des antécédents de cette entreprise (difficultés de maintenance, réglage de la bande) et des coûts impliqués (les filtres GT sont trois fois plus coûteux que les filtres RT), l'entreprise décida d'acheter deux filtres à bande sous vide de type RT et de construire elle-même une enceinte de confinement autour des filtres.

En raison de l'existence de sources potentielles d'inflammation dans l'enceinte, la prévention des explosions reposait entièrement sur l'absence d'atmosphère explosive. Un système de purge à l'azote fut installé à cette fin.



Type GT (photo Larox Pannevis DR)

En 2003, un expert chimiste de l'entreprise déclara que la purge à l'azote était inutile en affirmant que la vapeur d'éthanol était à son point de saturation, et par conséquent au-dessus de la limite supérieure d'explosivité (LSE). Les gouttes de condensation sur la face interne de la vitre de l'enceinte étaient en effet supposées indiquer la présence de vapeur d'éthanol saturée dans l'enceinte. Dès lors, la purge continue à l'azote fut abandonnée.

En 2005, l'exploitant rédigea une nouvelle procédure d'utilisation du filtre à bande sous vide. Cette procédure indiquait que la purge à l'azote ne devait être effectuée que si les portes de l'enceinte avaient été ouvertes. Par ailleurs, la durée de la purge ne devait pas excéder 2 heures.

Pour se mettre en conformité avec les réglementations ATEX, l'exploitant fit rédiger par un expert externe un document de prévention des explosions. Ce document indiquait que la concentration maximum en oxygène dans l'enceinte ne devait pas dépasser 10 % d'O₂. Le système d'inertage dans l'enceinte du filtre à bande sous vide nécessitait une purge continue à l'azote. Mais en pratique, aucune purge permanente à l'azote n'était effectuée, hormis celle de 2 heures lors du redémarrage après ouverture de l'enceinte.

Aucune autre mesure destinée à éviter l'inflammation d'une atmosphère explosive telle que surpression, alimentation à débit minimal ou arrêt automatique (conformément à la norme NPR-CEN/TR 15281), ne fut mise en place. Malgré un taux d'oxygène compris entre 18 % et 20 % pendant le processus de filtration, comme indiqué par un analyseur d'O₂ au niveau du poste de commande, la direction de l'entreprise ne réagit pas.

Enfin, en raison de la hausse des prix et des taxes sur l'éthanol, l'entreprise instaura une surveillance accrue des quantités d'éthanol utilisées afin d'éviter les renversements et la perte de vapeur d'éthanol. Un dispositif de refroidissement fut installé dans l'enceinte pour abaisser la température à 24 °C et ainsi réduire la perte de vapeur d'éthanol. À cette température, les pertes potentielles d'éthanol furent effectivement réduites et mieux contrôlées mais cela eut pour effet de rapprocher la concentration volumétrique de l'éthanol de la concentration stœchiométrique (concentration à laquelle la puissance d'explosion de vapeur est la plus élevée).

L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT ET SES CONSÉQUENCES

L'accident :

Le samedi matin à 6h45, le filtre à bande sous vide s'arrête automatiquement en raison d'un arrêt d'urgence du dispositif de séchage de la CMC. Un important morceau de gâteau de CMC aurait obstrué une cellule.

Cet arrêt durera 9 heures, les équipes de maintenance ayant dû être rappelées à l'usine. La cellule est démontée et réparée avant d'être replacée sur la ligne de séchage.

Le reste du gâteau de CMC sur la bande de filtration est devenu inutilisable et doit être retiré du filtre. Pour ce faire, une trappe est ouverte dans la vis sans fin capotée qui transporte le gâteau de CMC vers le broyeur et l'unité de séchage. Le filtre est actionné à vitesse lente et le gâteau est déchargé du broyeur à couteau et de la bande, puis placé dans des sacs à déchets. L'ouverture dans le capot de la vis sans fin est refermée et le filtre à bande sous vide remis en marche à 16 h. Aucune purge à l'azote n'est effectuée car les portes de l'enceinte elle-même, contenant le filtre et le broyeur à couteau, n'ont jamais été directement ouvertes.



DR

Vers 16h15, le chef d'équipe ouvre la vanne d'arrivée de la pâte pour reprendre le processus de production. Une explosion se produit peu après l'ouverture de la vanne ; elle détruit l'enceinte ainsi que les compartiments alentour et initie un incendie dans le bâtiment. La CMC stockée dans la partie expédition de l'usine se consumera pendant 38 heures.

Les conséquences de l'accident :

Un employé travaillant dans un compartiment adjacent à l'enceinte est grièvement blessé par l'explosion et décède dans la nuit.

Malgré tous les efforts déployés pour lutter contre les flammes, l'incendie du bâtiment durera 38 heures, libérant un épais nuage de fumée noire au-dessus de la ville de Nimègue. Les autorités demandent aux personnes résidant dans un périmètre de 3 km autour de l'usine de fermer portes et fenêtres.

L'installation et le bâtiment sont détruits et l'assurance estimera le montant des dommages à 50 millions d'euros.

L'entreprise ferme ses locaux à Nimègue et transfère sa production de CMC en Chine. Les 65 employés sont licenciés.

Échelle européenne des accidents industriels :

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des autorités compétentes des États membres pour l'application de la directive « SEVESO II » sur la manipulation de substances dangereuses et compte-tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

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

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

La quantité d'éthanol contenue dans l'enceinte était d'environ 300 litres ; la quantité de vapeur d'éthanol dans l'enceinte était approximativement de 100 m³. L'énergie libérée par l'explosion de ces 100 m³ d'éthanol est d'environ 350 MJ, ce qui équivaut à ≈ 70 Kg de TNT. Par conséquent, l'indice « Matière dangereuse relâchée » atteint le niveau 1.

L'indice global « Conséquences humaines et sociales » est de 2 puisqu'un employé est décédé.

Le montant des dommages matériels et de la perte de production est estimé à 50 millions d'euros. Le nettoyage et le démantèlement en vue de l'enquête ont coûté 1,5 million d'euros. Par conséquent, le paramètre « Conséquences économiques » est coté 4.

Malgré la pollution atmosphérique engendrée par l'incendie, aucune conséquence sur l'environnement n'a été enregistrée. L'indice « conséquences environnementales » n'est par conséquent pas coté.

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

L'explosion est le résultat de l'association d'une source d'inflammation et d'une atmosphère explosive dans l'enceinte du filtre à bande sous vide :

- La source d'inflammation n'est pas précisément connue car l'explosion a détruit le filtre à bande sous vide et l'enceinte qui l'entourait. Cependant, plusieurs sources sont envisageables : éléments mobiles, composants électriques et broyeur à couteau mécanique présents dans l'enceinte, lumières électriques, pompes et moteurs hors de l'enceinte.
- L'atmosphère explosive est due à la présence d'éthanol et d'air. En effet, l'air frais est remonté dans l'enceinte via l'ouverture de la trappe de la vis sans fin capotée, ce qui a ramené la concentration en oxygène (O₂) dans l'enceinte à 20 %.

L'enceinte contenait 300 litres d'éthanol liquide pour laver le gâteau de CMC. Le volume de l'enceinte était de 100 m³, remplis d'air et de vapeur d'éthanol. La concentration en vapeur d'éthanol dépend de la température dans l'enceinte. La température n'était pas contrôlée, mais sans doute comprise entre 24 degrés (la température du système de refroidissement) et 35 degrés Celsius (température de l'éthanol liquide utilisé).

En fonction de la température, la concentration volumétrique de l'éthanol était quant à elle comprise entre 5 et 15 %.

La concentration volumétrique stœchiométrique de l'éthanol est de 5,8 %. A cette concentration, la plus faible source d'inflammation peut générer une explosion qui est alors à sa puissance maximale.

Ethanol : C₂H₅OH

Point d'éclair : 16,6 °C
Temp. d'auto ignition : 363 °C
Limite d'explosivité : 3,3 - 19,0 vol%
Pression de vapeur : 59,3 mm Hg
Point d'ébullition : 78 °C
Masse molaire moléculaire : 46,04 g/mol

LES SUITES DONNÉES

Peu de temps après l'accident, un périmètre de sécurité de 500 mètres est établi et un important dispositif humain et matériel est déployé dont 100 pompiers, 20 véhicules et 1 bateau-pompe pour attaquer l'incendie depuis la rivière.



Intervention de longue durée (photo : De Gelderlander DR)

Actions administratives et pénales :

L'enquête a donné lieu à une procédure judiciaire afin d'établir la responsabilité des différents acteurs dans cet accident. Le procès doit se tenir dans le courant de l'année 2012.

Actions techniques :

Puisque l'usine n'a pas été reconstruite et que la production n'a pas été relancée, aucune action technique n'a été prise. Cependant, l'inspection du travail a suspendu les activités d'une usine de production de CMC qui utilisait également un filtre à bande sous vide à 25 km de Nimègue. Cette entreprise a dû mettre en place de nombreuses actions correctives avant de pouvoir redémarrer son filtre :

- nouveau document de prévention des explosions ;
- étude de l'ensemble des sources d'inflammation potentielles ;
- mise en place de mesures permettant d'éviter les phénomènes d'inflammation, notamment l'installation d'une rondelle Grower sous chaque écrou ;
- installation de plusieurs explosimètres.

De plus, cette entreprise a recherché de nouvelles techniques pour purifier le gâteau de CMC et a prévu de remplacer ses filtres à bande sous vide par des filtres rotatifs sous pression (RTF) en 2012. L'installation sera compacte, moins volumineuse (risques d'explosion réduits). Tous ses éléments mobiles (sources potentielles d'inflammation) seront placés à l'extérieur.



LES ENSEIGNEMENTS TIRES

- Les modifications non maîtrisées des conditions de production ou des consignes d'exploitation peuvent créer des situations dangereuses sur le long terme. De tels changements doivent être étudiés et une analyse des risques doit être menée pour garantir la sécurité du processus en cours ;
- L'identification et l'évaluation des atmosphères explosives et des sources d'inflammation potentielles sont essentielles pour mettre en place des mesures de sécurité destinées à prévenir les explosions ;
- Les données fournies par les experts dans les rapports de sécurité doivent être utilisées avec précaution ;
- La puissance potentielle des explosion de vapeurs de solvant est souvent méconnue et celles-ci sont souvent sous évaluées.
- Pour mieux contrôler le risque d'une atmosphère explosive par le biais de l'inertage, les bonnes pratiques du guide de l'inertage pour la prévention des explosions (NPR-CEN/TR 15281) devraient être suivies. Peuvent être cités par exemple l'installation de plusieurs analyseurs d'O₂ sur l'ensemble de l'enceinte, le suivi des paramètres de température, pression et humidité, l'utilisation d'un système de surveillance et de contrôle capable de provoquer l'arrêt immédiat du système si la concentration en oxygène dépasse la concentration maximale en oxygène admissible...

TECHNICAL REPORT
RAPPORT TECHNIQUE
TECHNISCHER BERICHT

CEN/TR 15281

May 2006

ICS 13.230

English Version

Guidance on Inerting for the Prevention of Explosions

Atmosphères explosibles - Guide de l'inertage pour la prévention des explosions

This Technical Report was approved by CEN on 8 November 2005. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/TC 305.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

© 2006 CEN All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide

Éclatement d'une tuyauterie de vapeur haute pression

28 juin 2010

**Le Grand Quevilly (Seine-Maritime)
France**

Tuyauterie
Vapeur
Défaut de construction
Plans d'inspection
Gestion du POI

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site :

L'usine est située au sein d'une grande zone industrielle en bord de Seine à l'ouest de l'agglomération de Rouen, elle est spécialisée dans la fabrication de fertilisants à partir de 4 matières premières : le gaz naturel, l'ammoniac (NH₃), l'acide sulfurique et l'acide phosphorique. Elle dispose de 4 unités de fabrication regroupées en zones sud et est du site :

- une unité de fabrication d'ammoniac, d'une capacité de 1 200 t/jour;
- deux unités de fabrication d'acide nitrique, d'une capacité de 3 000 t/jour;
- une unité de fabrication d'ammonitrates, d'une capacité de 2 100 t/jour;
- une unité de fabrication de fertilisants spéciaux (NS/NP) d'une capacité de 2 000 t/jour.

Le site emploie 340 personnes et dispose de capacités de stockage des produits fabriqués et matières premières : un stockage cryogénique d'ammoniac d'une capacité de 24 000 t, 2 sphères d'ammoniac de 550 t au total, 5 bacs d'acide nitrique pour 10 000 tonnes, une zone pour les ammonitrates solides en vrac (12 500 t) ou conditionnés en big bag (2 000 t), 4 bacs de nitrate d'ammonium en solution chaude pour 4 000 t, une zone pour les fertilisants spéciaux de 140 000 t ainsi que divers bacs d'acide sulfurique et phosphorique.

Il possède également des installations de chargement / déchargement de camions pour les engrais, de wagons pour les engrais et l'ammoniac et enfin de terminaux maritimes pour l'ammoniac et les acides sulfuriques et phosphoriques. Il relève de la directive européenne Seveso II pour les stockages d'ammoniac, de nitrate d'ammonium en solution chaude et d'engrais solides à base de nitrate d'ammonium. Les principaux risques technologiques recensés par l'exploitant sont la fuite toxique d'ammoniac ou de gaz nitreux, l'explosion d'un nuage de gaz inflammable suite à une fuite de gaz naturel ou de procédé, la surpression au sein d'un équipement, ou la détonation d'ammonitrates déclassés. Une commune de 27 000 habitants se trouve à moins de 1km à l'est du site.



Figure 1 : Vue extérieure du site (source : Google)

L'unité impliquée :



Figure 2 : Unité de synthèse de l'ammoniac (source : Google)

L'unité impliquée est celle fabriquant de l'ammoniac par reformage à la vapeur du gaz naturel (Figure 1). L'ammoniac produit par cette unité est utilisé sur le site ou expédié chez les clients, en complément de l'ammoniac livré par voie maritime ou ferroviaire, pour la synthèse des engrais azotés (Figure 2).

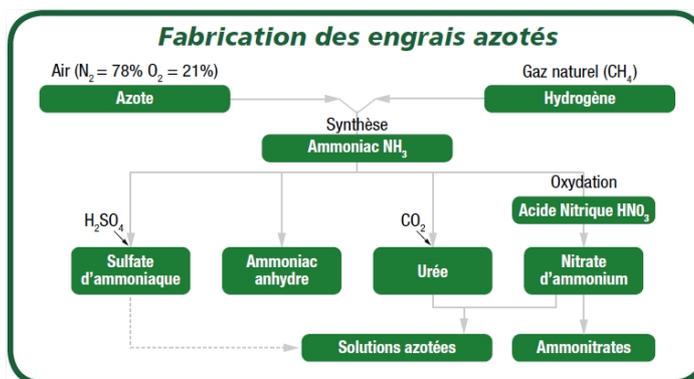


Figure 3 : Fabrication des engrais azotés (source : UNIFA)

Dans cette unité, l'ammoniac est synthétisé à partir d'azote et d'hydrogène selon le procédé HEURTEY, l'azote est fourni par l'air atmosphérique alors que l'hydrogène est produit à partir du gaz naturel (Figure 3).

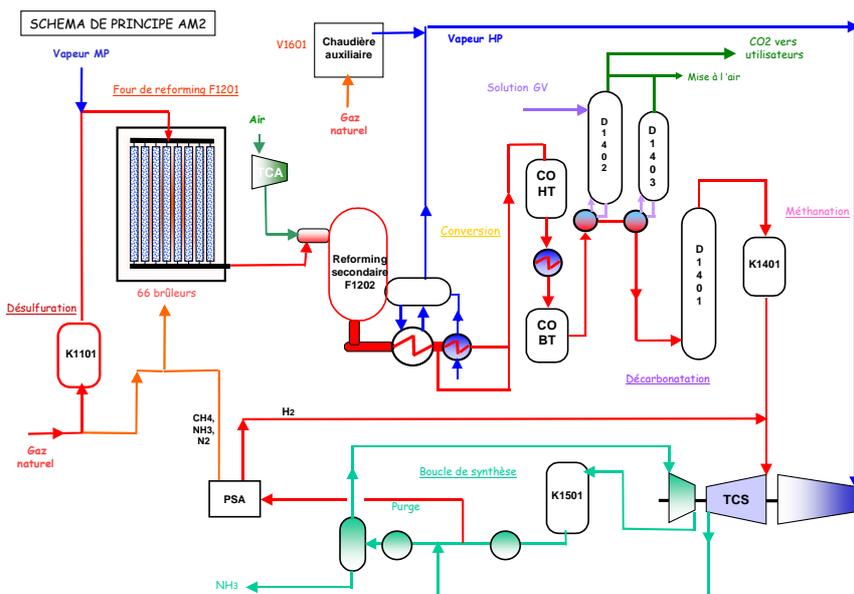
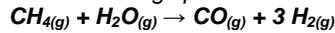


Figure 4 : Procédé HEURTEY de synthèse de l'ammoniac (source : GPN)

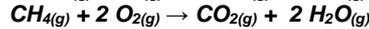
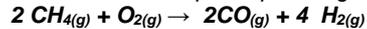
Les trois grandes étapes de ce procédé sont les suivantes :

① Dans les reformeurs et la chaîne de conversions, le méthane préalablement purifié (désulfuration) réagit avec de la vapeur d'eau en contact avec un catalyseur à base d'oxyde de nickel : le méthane et une partie de la vapeur d'eau sont transformés en monoxyde de carbone et en dihydrogène.

Reformage primaire :

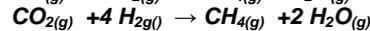
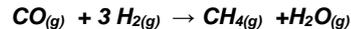


Reformage secondaire du méthane qui n'a pas réagi avec apport d'air :



Le monoxyde de carbone est ensuite converti en dioxyde de carbone, lequel est récupéré pour être compressé et liquéfié en vue d'une valorisation en externe : $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$

② Les petites quantités de CO et CO₂, restant dans le gaz de synthèse, peuvent empoisonner le catalyseur de synthèse d'ammoniac. Le gaz est alors décarbonaté pour éliminer le CO₂ puis le CO/CO₂ restant est hydrogéné en CH₄ dans le réacteur de méthanation :



③ Le gaz de synthèse (mélange N₂/H₂) est ensuite compressé pour atteindre les conditions physiques nécessaires à la synthèse de l'ammoniac. Celle-ci a lieu en présence d'un catalyseur de fer à haute pression (100-200 bars) et haute température (400-550°C) : $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \leftrightarrow 2\text{NH}_{3(g)}$. Les conditions d'équilibre étant défavorables à la réaction, seulement 20 à 30 % du gaz de synthèse est converti en ammoniac. Le gaz de synthèse n'ayant pas réagi reprend la boucle de synthèse après extraction de l'ammoniac formé. L'ammoniac gazeux formé est liquéfié dans la bouteille accumulatrice de l'unité.

La grande quantité d'excédent de chaleur disponible provenant des gaz brûlés du reformeur, de la conversion de changement et de la synthèse de l'ammoniac permet de générer de la vapeur à haute pression (>100 bars) et haute température (>400°C) au moyen d'échangeurs. Cette vapeur haute pression alimente les turbines à vapeur entraînant plusieurs compresseurs. Une partie de la vapeur est extraite des turbines pour fournir de la vapeur moyenne pression (40 bars) pour la réaction de reformage à la vapeur, et pour entraîner d'autres compresseurs, pompes et ventilateurs d'unités voisines (fabrication d'acide nitrique, etc.).

L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT, SES EFFETS ET SES CONSÉQUENCES

L'accident :

Le 28 juin 2010, à 23h07 : une déflagration brutale est entendue sur plusieurs kilomètres au niveau de l'unité de fabrication de l'ammoniac, alors que l'unité fonctionne en régime stable et sans incidents préalables, suivie d'un bruit continu de décompression. Deux employés présents sur les lieux constatent une fuite alimentée de vapeur sous pression au niveau de la toiture du caisson de la chaîne fumée du dispositif de réformage à la vapeur.

23h07 : Les opérateurs lancent la mise en sécurité de l'unité par déclenchement automatique de l'atelier (arrêt four reforming et des autres procédés de l'unité).

23h10 : Départ des pompiers de l'usine vers l'unité accidentée pour une première reconnaissance.

23h15 : Alerte de l'astreinte et de la direction du site, de leur côté les services de secours publics (SDIS) sont mis en alerte suite à plusieurs appels téléphoniques de riverains alarmés par le bruit de la décompression de la tuyauterie accidentée. L'exploitant décide de ne pas déclencher la sirène POI, ni les « mini sirènes » en raison de l'absence de victimes et de fuites toxiques. La cellule POI est activée en interne avec rappel des employés d'astreinte. Certains riverains, alertés par la sirène des pompiers, sortent sur leur balcon ou se rendent à proximité du site pour observer l'accident.

23h27 : Fin de la décompression de la tuyauterie accidentée et mise à pression atmosphérique de la chaudière vapeur de l'unité, le bruit perceptible à l'extérieur s'arrête.

23h30 : Deuxième reconnaissance des pompiers de l'usine pour évaluer les dégâts matériels, arrivées des premiers fourgons du service départemental d'incendie et de secours .

23h50 : L'exploitant formalise en externe le déclenchement de son Plan d'Opération Interne (POI), avec des officiers du service départemental d'incendie et de secours et un adjoint au maire arrivé sur site. Un poste de commandement est monté en salle de contrôle sud du site.

0h12 : Les pompiers de l'usine effectuent un contrôle atmosphérique d'ammoniac en périphérie extérieure du site avec un analyseur portatif. Les effectifs du SDIS sont au complet (55 hommes) mais n'interviennent pas.

0h18 : Suite aux mesures effectuées, confirmation d'absence de fuite d'ammoniac.

0h30 : Echanges téléphoniques avec le PC départemental de la sécurité civile.

0h41 : Troisième reconnaissance des pompiers de l'usine avec la direction pour évaluer les dégâts matériels.

1h15 : Quatrième reconnaissance avec la direction de l'usine, les officiers du SDIS et l'adjoint au maire pour une dernière levée de doute.

1h50 : suite à la dernière reconnaissance de terrain, décision commune de levée du POI.

Les conséquences :

Aucune matière dangereuse visée dans la Directive Seveso n'a été relâchée, puisqu'il s'agissait d'une fuite de vapeur surchauffée sous pression. La fuite de vapeur a provoqué l'arrachement du bardage en fibrociment sur le mur en parpaings de la salle des machines localisée en face de la zone accidentée. Un fond bombé de 40 kg est découvert sur le site à 230 m de l'unité accidentée (Figure 5).



Figure 5 : Photographie du fond bombé projeté le jour de l'accident (source : GPN)

La projection de cet équipement n'a pas fait de victime mais a provoqué des dégâts matériels dans l'unité, l'arrachement d'une passerelle en caillebotis et l'endommagement d'une échelle à crinoline. Le fond bombé aurait été projeté au-dessus de la bouteille accumulatrice d'ammoniac (située en fin du procédé de synthèse), au-dessus d'une bande transporteuse d'ammonitrates et s'est écrasé entre deux voies ferrées vides ce jour-là, mais sur lesquelles peuvent stationner des wagons chargés d'ammoniac en attente de constitution d'une rame complète (Figure 6).

Le 06/07/10, l'exploitant transmet à l'inspection des installations classées l'expertise métallurgique du fond bombé.

Le 12/07/10, le préfet, sur proposition de l'inspection des installations classées, prend un arrêté préfectoral conditionnant le redémarrage de l'unité à la réalisation de contrôles permettant de détecter un défaut similaire sur les équipements de l'unité susceptibles d'être affectés, avec analyse des aciers et mise en œuvre des réparations nécessaires. Les anomalies éventuelles décelées doivent faire l'objet d'une réparation avant redémarrage de l'unité.



Figure 6 : Trajectoire du fond bombé en rouge (source : Google et Dreal HN)

L'unité accidentée a été arrêtée pendant 10 semaines. En raison des capacités de stockage existantes et des possibilités de livraison d'ammoniac par voie maritime ou ferroviaire, l'arrêt de la production d'engrais azotés du site a pu être évité. Cependant, l'unité accidentée ne pouvait plus alimenter en vapeur moyenne pression le reste du site, en particulier pour permettre le démarrage des unités. Une chaudière auxiliaire de l'unité endommagée peut en effet alimenter le site en vapeur, mais ses tuyauteries de vapeur haute pression devaient être vérifiées avant tout redémarrage. Aussi, l'inspection des installations classées, considérant que tous les éléments et contrôles nécessaires n'avaient pas été fournis, a émis un avis défavorable à la demande de redémarrage de la chaudière qui avait été formulée par l'exploitant trois semaines après l'accident. L'unité de fabrication d'acide nitrique a pu être finalement redémarrée grâce à la vapeur fournie par une deuxième unité d'acide nitrique restée en service, au détriment de la

fourniture de vapeur aux unités d'ammonitrates et d'engrais spéciaux qui ont été temporairement arrêtées. L'exploitant subit une perte d'exploitation significative de l'ordre de plusieurs millions d'euros, suite à une baisse de production mais surtout en raison de l'achat d'ammoniac sur le marché international pour maintenir la production d'acide nitrique et d'engrais azotés nécessaire au respect de ses engagements commerciaux.

Échelle européenne des accidents industriels :

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des Etats membres pour l'application de la directive 'SEVESO' et compte-tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

Rejet de matières dangereuses		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences humaines et sociales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences environnementales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences économiques		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

L'indice « matières dangereuses relâchées » est coté à 1 en raison du phénomène d'éclatement-

L'indice « conséquences économiques » est coté à 3 en raison des dommages matériels subis par l'unité et principalement des pertes d'exploitation significatives dont le total dépasse 2 M€, mais reste inférieur à 10 M€.

Les autres indices ne sont pas cotés en raison de l'absence de conséquences humaines et sociales, ainsi qu'environnementales.

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

Le fond bombé est un fond convexe soudé en tulipe sur un tube étiré sans soudure en acier de type P22 (section droite avec 2 fonds bombés). Ce tube sert de collecteur à une canalisation de 14 pouces (DN 350, épaisseur 44 mm) qui véhicule de la vapeur d'eau à 520°C sous haute pression (120 bars) entre un surchauffeur et des turbines. Le surchauffeur est un échangeur thermique qui permet de récupérer la chaleur excédentaire du four de reformage de l'unité pour augmenter la température de la vapeur produite par les chaudières (Figure 7). La tuyauterie est calorifugée et éloignée des machines provoquant des vibrations, elle est située en hauteur sur le toit du caisson de la chaîne des fumées, au niveau des installations de reformage à la vapeur de l'unité (Figure 8).

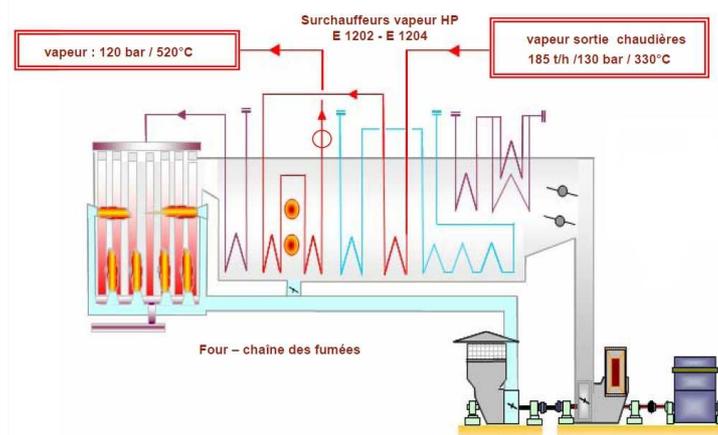


Figure 7 : circuit de production de la vapeur surchauffée de l'unité (source : GPN)

Une rupture est détectée le long du cordon de soudure du fond sur le tube, sur la zone de liaison thermiquement affectée par le soudage, côté fond. La soudure est restée solidaire du tube. L'exploitant constate que les seuls défauts visibles sont un état de surface légèrement oxydé au niveau de la rupture sur le fond bombé.

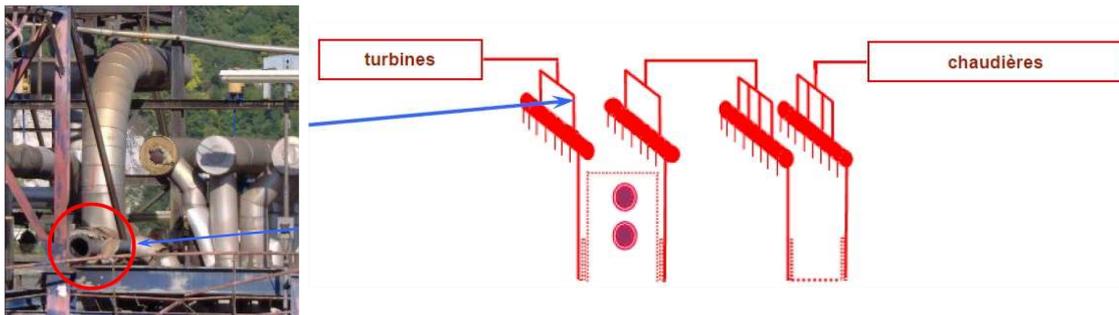


Figure 8 : Localisation de la tuyauterie accidentée (source : GPN)

Le tube collecteur complet a été fabriqué en 1978, mais on ne sait pas si les deux fonds bombés ont été soudés en atelier ou sur place lors du montage de l'unité. Ce soudage a nécessité un pré-chauffage à 250-300°C puis un traitement thermique à 720-740°C, mais aucun document permettant une traçabilité de la procédure de soudage du fond sur le tube n'est disponible. Il en est de même pour le dossier constructeur de la tuyauterie. Seul un contrôle radiographique à la construction du fond et un contrôle de dureté en surface de la soudure après traitement thermique avaient été réalisés à l'époque.

Les premiers éléments formalisés de suivi de la tuyauterie apparaissent fin 2003, à l'occasion d'une requalification périodique de la tuyauterie réalisée par un organisme habilité. Le compte-rendu fait état de contrôles par sondages aux ultra-sons des épaisseurs réalisés par l'exploitant, d'examens visuels des surfaces et soudures d'assemblages, sans qu'aucun défaut ne soit détecté. La tuyauterie est requalifiée jusqu'en 2013, conformément à la périodicité de 120 mois prévue par la réglementation relative aux équipements sous pression.

Entre 2006 et le jour de l'accident, des contrôles sont effectués régulièrement sur la tuyauterie selon le plan d'inspection périodique mis en place : visite externe en situation de marche tous les 18 mois et inspection périodique sur l'unité en arrêt tous les 60 mois par le service d'inspection interne de l'exploitant agréé par l'administration (Service d'Inspection Reconnu). L'objectif principal étant de détecter d'éventuelles fuites, la plupart de ces contrôles sont visuels et se font dans des conditions difficiles quand l'unité est en fonctionnement (tuyauterie en hauteur, forte chaleur). Les principales anomalies constatées portent sur l'état du calorifugeage, disjoint et déformé en certains points. Le contrôle non destructif fait lors de l'arrêt de décembre 2008 sur le fond bombé ne montre pas de perte d'épaisseur. Lors du dernier arrêt, une coupe de la tuyauterie a été effectuée afin de mettre en place un fond d'épreuve pour effectuer la requalification périodique du faisceau rattaché à cette tuyauterie. Après épreuve de ce faisceau (à 80°C), la tuyauterie a été remise en conformité et les soudures radiographiées à 100% après traitement thermique. Selon l'exploitant, le fond et sa soudure auraient été aussi éprouvés lors de l'épreuve du faisceau. Une recherche de fissure par magnétoscopie réalisée 3 mois avant l'accident sur 5 soudures de la tuyauterie ne révèle pas d'anomalies, mais la section droite incriminée n'était pas concernée par cette recherche.

Le plan d'inspection de la tuyauterie, daté de mai 2007, retenait comme mode de dégradation l'érosion, l'abrasion et la cavitation ; la corrosion sous calorifugeage ayant été écartée (température de service de 520°C). Le service interne d'inspection avait demandé en octobre 2009 d'intégrer à ce plan la dégradation par vibrations suite à la rupture récente d'une purge sur une tuyauterie vapeur haute pression de l'atelier en raison de vibrations (coups de bélier) lors des redémarrages de l'unité. Le jour de l'accident, ce plan n'avait pas été mis à jour en conséquence (pas de contrôle spécifique aux dégradations par vibration). Le fond bombé est envoyé en expertise métallurgique auprès d'un organisme spécialisé. Celui-ci révèle que la rupture est due à la nature de l'acier utilisé pour fabriquer le fond. C'est un acier carbone ordinaire qui n'est pas adapté aux tuyauteries au-delà de 425°C, alors que les spécifications d'origines prévoient un acier faiblement allié de type P22 (2,5% de Cr et 1% de Mo) capable de résister à des températures supérieures à 530°C et à des pressions de l'ordre de 130 bars. Notons que la tuyauterie et le métal utilisé pour la soudure sont bien en acier de type P22.

De plus, un endommagement progressif s'est amorcé en peau externe du fond bombé et a cheminé progressivement dans l'épaisseur de la zone affectée thermiquement par la soudure (fluage lent), sans déformation apparente. L'examen métallographique de la cassure côté fond montre la présence de microfissures oxydées parallèles à la zone de liaison de la soudure. L'expertise souligne aussi que le traitement thermique réalisé après soudage aurait pu favoriser le développement des dommages, la température retenue étant adaptée à un acier de type P22 et non à un acier carbone ordinaire.

LES SUITES DONNÉES

L'autorisation administrative de remise en service de l'unité accidentée est subordonnée à un contrôle exhaustif de l'installation.

L'exploitant procède à un inventaire des tuyauteries susceptibles de présenter des aciers non-conformes, ou des risques de corrosion fissurante par l'hydrogène (gaz de synthèse). Une analyse permet d'identifier 65 équipements critiques qui donneront lieu à 969 analyses matières au moyen d'un analyseur portatif à rayons X (portions de tuyauteries, soudures et équipements du type bossage, té, coude, etc.). Tous les fonds bombés de l'unité subissent un

contrôle matière et une magnétoscopie sur leurs soudures, soit 12 fonds en acier P22 et 7 en acier P11. Trois tuyauteries de l'unité, subissant des vibrations suite à un mauvais fonctionnement de la régulation d'une turbine vapeur, voient également leurs soudures contrôlées par magnétoscopie. Une analyse de l'accident permet à l'exploitant de conclure que les conditions opératoires critiques n'ont pas été dépassées.

Cet inventaire est conclu le 21 septembre 2010 et permet d'identifier :

- 4 éléments en matériau plus noble que la spécification d'origine (manchon, bouchon et bossages en inox), ils sont laissés en place ;
- 3 éléments en matériau moins noble que la spécification d'origine (un té, un coude, un tube en acier P11), ils sont laissés en place car les conditions réelles d'exploitation le permettent (tronçon vapeur moyenne pression et protection des surpressions par des soupapes) ;
- 12 éléments en matériau moins noble que la spécification d'origine (acier carbone au lieu de P22), ils sont remplacés. Il s'agit d'un fond bombé sur une autre tuyauterie vapeur haute pression de l'unité, d'un bossage, d'une vanne et d'une bride sur trois tuyauteries vapeur de la chaudière auxiliaire, de deux piquages sur la tuyauterie accidentée. Enfin, une tuyauterie cumule plusieurs anomalies sur sa partie haute pression, où sont découverts plusieurs tronçons et une vanne en acier P11, ainsi qu'un tube et une purge d'appendice en acier carbone.

Le remplacement des équipements non conformes et de ceux endommagés est terminé le 21 septembre 2010 permettant le redémarrage de l'unité de synthèse d'ammoniac. Le site retrouve alors un rythme de production normal, mais l'exploitant n'a jamais retrouvé les dossiers originaux de fabrication de la tuyauterie accidentée (les dossiers de construction n'existant pas semble-t-il).

Au niveau de la gestion de l'accident, l'exploitant tient des réunions avec les organismes chargés de la sécurité et de la protection civile (mairie, préfecture...) pour améliorer la coordination en cas d'accident sur son site et revoir son dispositif de communication en cas d'accident :

- une ligne téléphonique du site est spécialement dédiée à l'appel du service départemental d'incendie et de secours en cas d'accident,
- l'information sous 5 à 10 min des mairies voisines par un système d'appels téléphoniques groupés est mise en place, suivie de messages complémentaires pour préciser les consignes à tenir par les riverains en fonction de la nature de l'accident. De plus, la commune d'implantation du site dispose d'un automate d'appel permettant de contacter simultanément tous les habitants d'une zone géographique donnée.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

Même si la gravité de l'accident est restée faible en l'absence d'effets dominos, plusieurs enseignements peuvent en être tirés, tant au niveau des causes que des circonstances.

Au niveau des causes, l'accident souligne deux défaillances organisationnelles notables :

- Défaillance dans le contrôle matière effectué à l'époque de l'installation de l'unité. Bien que la vérification des certificats matières ait été réalisée par un organisme de contrôle d'après l'exploitant, l'acier du fond et de 12 autres équipements n'était pas conforme aux spécifications et le dossier original de construction de la tuyauterie n'a jamais pu être retrouvé ;
- Une traçabilité incomplète du suivi de la tuyauterie car, jusqu'en 2003, la formalisation du suivi de l'état des tuyauteries de vapeurs était partielle (plans de l'unité). Elle ne se formalise qu'à l'occasion de la première requalification périodique selon l'arrêté du 15 mars 2000, alors que l'unité a déjà 25 ans de fonctionnement. Pourtant la réglementation relative aux canalisations d'usine (arrêté du 23 janvier 1962) précise à son article 13 que « *les documents, plans ou schémas, comptes-rendus d'épreuves et de réépreuves, comptes-rendus des inspections prescrites à l'article 12, relatifs à une canalisation ou ensemble de canalisation sont conservés...* ».

Plus largement, cet accident met en relief la difficulté de la chaîne de contrôle interne et externe à détecter cette non-conformité de l'acier, qui, comme le montrera l'inventaire, n'est pas un cas isolé dans les tuyauteries de cette unité. Il convient de mentionner qu'une vérification du type d'acier avait eu lieu en 1987 mais s'était limitée aux éléments susceptibles d'être endommagés par de l'hydrogène à chaud. Même si la première requalification a été menée conformément à la réglementation (pas d'épreuve hydraulique imposée, pas de mise à nue imposée, plans d'origine fournis à l'organisme habilité), on peut se demander s'il était raisonnable de se limiter aux actions de contrôle réglementaires en l'absence de dossier constructif. L'organisation de ces contrôles, partagée dans le temps entre plusieurs intervenants distincts (le SIR interne, l'organisme de contrôle habilité et les diverses sociétés intervenantes qu'il a mandatées pour effectuer certaines tâches), n'est pas de nature à favoriser un suivi efficace si celui-ci n'est pas formalisé avec rigueur.

On notera que l'exploitant a par ailleurs procédé à des vérifications de la nature des matériaux des parties les plus sensibles sur les autres unités du site. Enfin, la DREAL a demandé à un exploitant d'unités similaires situé à quelques kilomètres de procéder au même type de vérifications. Finalement, un retour d'expérience a été fait au niveau national, vers les autres DREAL.

Au niveau des conséquences de l'accident, on peut estimer qu'un projectile en acier de 40 kg propulsé à travers une unité de fabrication d'ammoniac en activité, qui passe à proximité d'une bouteille accumulatrice de NH₃, de l'unité d'acide nitrique, d'un convoyeur d'ammonitrates en vrac pour atterrir dans une zone où peuvent stationner des wagons

chargés d'ammoniac en ne faisant que des dégâts matériels mineurs relève d'un providentiel concours de circonstances. Cet aspect sera d'ailleurs souligné dans une lettre de l'inspection des installations classées à l'exploitant « *le caps, équipement massif d'une quarantaine de kilos, a vraisemblablement franchi les installations les plus sensibles de l'unité AM2, notamment la bouteille R1501, pour s'écraser in fine entre 2 voies ferrées au droit de l'aiguillage 371. Ces éléments témoignent de la gravité potentielle de cet incident...* ».

La gravité potentielle a d'ailleurs été bien perçue par l'exploitant, certains témoignages rapportant aussi une prise de conscience des employés vis-à-vis des risques d'accidents liés à la vapeur sous pression. Il est vrai que les études de dangers du site étaient logiquement focalisées sur les phénomènes dangereux les plus classiques pour cette activité et ayant des effets potentiels en dehors du site, les effets dominos des équipements vapeurs sous pression n'en faisant pas partie. Le scénario majorant d'exposition des tiers est d'ailleurs une fuite toxique d'ammoniac (jusqu'à 8 km autour du site), scénario conforté par une répétition d'accidents de ce type survenus peu de temps avant dans une usine jumelle du groupe localisée à moins de 200 km du Grand Quevilly (trois mois avant l'accident : ARIA 38959 et un an avant l'accident avec l'évacuation très médiatisée des 300 employés : ARIA 36660).

Il faut également souligner un défaut de mise en œuvre des consignes du service d'inspection reconnu. Suite à l'accident d'octobre 2009, où les coups de béliers d'un redémarrage avaient provoqué la rupture d'une purge sur tuyauterie haute pression de l'unité, ce service avait demandé d'intégrer au plan d'inspection des tuyauteries le mode de dégradation par vibration. Le jour de l'accident, 8 mois après, ce mode n'était pas encore intégré alors qu'il aurait peut-être permis de détecter le défaut de surface ou une amorce de microfissures au niveau de la soudure (si un contrôle magnétoscopique avait été réalisé sur la soudure en cause par exemple).

A contrario, et malgré les efforts de communication faits par l'exploitant et les autorités sur les accidents majeurs depuis plusieurs années, cette gravité potentielle n'aurait pas été perçue par tous les riverains. En effet, plusieurs d'entre eux se sont mis sur leur balcon pour observer l'intervention des pompiers, certains se déplaçant même en bordure du site alors que les consignes sont de rester confiné au domicile (Figure 9).

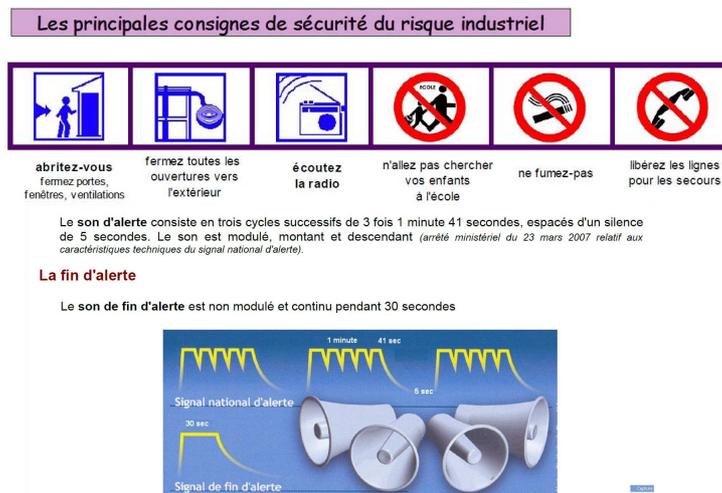


Figure 9 : Extrait du Document d'information communal sur les risques majeurs des communes voisines du site

A leur décharge, la gestion du Plan d'Opération Interne (POI) par l'exploitant peut les avoir déroutés. Celui-ci attend 50 minutes pour formaliser le déclenchement du POI auprès de la commune et des autorités. Les pompiers ont bien été alertés avant ce délai, mais par des riverains et ne connaissent pas la situation exacte quand ils se présentent à 23h30 devant le site. De plus, la décision prise à 23h15 de ne pas actionner la sirène POI au motif de l'absence de fuites toxiques n'a pu qu'inciter certains riverains, rendus curieux par le bruit de la vapeur en fuite entre 23h07 et 23h27, à se rapprocher du site. Dans les faits, l'exploitant n'aura par ailleurs la certitude de toute absence de fuite toxique que vers 0h18 après deux reconnaissances et un contrôle atmosphérique de toxicité en bordure du site, une dernière levée de doute avec les représentants des autorités étant même jugée nécessaire à 1h15.

L'alerte et un confinement même inutile des riverains aurait eu le bénéfice additionnel de rappeler à ces derniers qu'un accident majeur peut arriver et permis de tester la bonne application des consignes préventives.

Enfin, l'exploitant informe tardivement les secours publics et les communes environnantes qui se retrouvent dans l'incapacité de renseigner les particuliers les contactant sur l'accident, ce qui a pu favoriser la réaction inappropriée de certains riverains ; la commune sur laquelle est implantée l'usine est pourtant l'une des rares en France à disposer d'un automate d'appel pour informer rapidement et simultanément les riverains proches du site.

Éclatement d'une canalisation d'oxygène

13 juin 2010

Richemont (Moselle)

France

Chimie
Oxygène
TMD / Canalisation
Rupture brutale
Corrosion

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site :

Soumis à autorisation préfectorale au titre de la réglementation relative aux IC et classé SEVESO seuil haut, l'établissement de liquéfaction de l'air situé à Richemont exploite plusieurs installations à risque avec notamment :

- une unité de production cryogénique,
- une colonne de séparation,
- des unités de stockage d'argon, d'azote, d'oxygène...

La société est par ailleurs propriétaire d'un réseau de 600 km de canalisations de transport de produits chimiques en Lorraine (1 600 km au niveau national). Utilisé pour alimenter en azote, gaz indispensable à leur sécurité, de nombreux industriels de la région, ce réseau de tuyauteries transporte également de l'hydrogène et de l'oxygène, 2 matières premières elles aussi utilisées dans l'industrie.

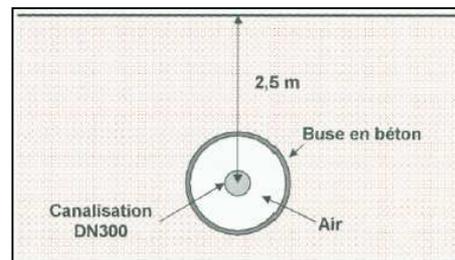
Les canalisations, qui sont déclarées sous un régime de droit privé par arrêté préfectoral, ne font pas l'objet de déclaration d'intérêt général.

L'unité impliquée :

L'accident met en cause la canalisation enterrée d'oxygène gazeux « O₂ Richemont-Gandrange » sous 40 bar enfouie depuis 36 ans à 2,5 m de profondeur sur le site.

Il s'agit d'une tuyauterie de DN 300, en acier E24-4 (ép. nominale 4,9 mm / ép. minimale 4,3 mm / PMS 44 bar), soudée hélicoïdalement, revêtue de brai de houille et disposant d'une protection cathodique (- 1,4 V).

L'ouvrage n'est pas contrôlé par racleur instrumenté pour des raisons de respect de grande pureté des gaz industriels véhiculés.



L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT, SES EFFETS ET SES CONSÉQUENCES

L'accident :

Le 13 juin 2010, la canalisation éclate vers 13h30 dans l'enceinte de l'usine en limite du domaine public, au droit de son passage dans des buses béton sous la voie ferrée embranchée de desserte de l'établissement.

Le POI du site est déclenché dans l'heure qui suit, les pompiers et la gendarmerie interviennent. La canalisation est mise en sécurité par fermeture d'une vanne ; à 14h30, 26 % d'O₂ sont relevés à 5 m du tronçon isolé. L'exploitant informe ses clients et diffuse un communiqué de presse à 18 h.

Vers 14h l'astreinte DREAL est informée par la préfecture de la rupture de la canalisation et l'inspection des installations classées se rend sur les lieux.



DREAL Lorraine

Les conséquences :

Les dommages sont uniquement matériels.

- L'oxydure « déroulé » en bande sur 1 m de long baigne dans l'eau.
- Un cratère (diamètre 7 m / profondeur 3 m) s'est formé. L'équivalent TNT est évalué par l'industriel à 0,14 kg.
- Des éléments de voie ferrée, de la boue et des fragments de chaussée / béton ont été projetés à 50 m (débris de 1 kg à 60 m et de 15 kg à 30 m).
- Un mur en béton situé à quelques mètres est en partie détruit.
- La clôture est détériorée.
- Aucun départ de feu n'est noté sur le tube, mais un début de combustion est constaté sur un transformateur 220 / 24 V dans un local électrique à 3 ou 4 m.



DREAL Lorraine



DREAL Lorraine

L'unité de production n'est pas impactée.

Échelle européenne des accidents industriels :

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des Etats membres pour l'application de la directive 'SEVESO' et compte-tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

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

Deux paramètres interviennent dans la détermination de l'indice de cotation des « matières dangereuses relâchées » :

- La quantité d'O₂ relâchée lors de l'accident, substance comburante relevant de la directive Seveso et dont le seuil est de 200 t, est évaluée 180 000 m³ ou 257 t, soit 13 % du seuil ; le paramètre Q1 est donc égal à 4.
- L'équivalent TNT de l'explosion évalué par l'industriel à 0,14 kg de TNT, le paramètre Q2 atteint le niveau 1.

L'indice relatif aux matières dangereuses relâchées est donc égal à 4.

L'accident n'a eu aucune conséquence humaine, l'indice relatif aux conséquences humaines et sociales est égal à 0. Aucune conséquence environnementale n'est relevée, l'indice relatif aux conséquences environnementales est donc égal à 0.

Le coût du sinistre est évalué à 1,05 M€, l'indice relatif aux conséquences économiques est égal à 2.

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

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

Les causes et circonstances de l'accident ne sont que partiellement connues. En l'absence de travaux et d'impact de foudre, ces causes courantes ont été rapidement écartées, de même qu'une fatigue de l'ouvrage, les rapports d'utilisation de ce dernier et les enregistrements permettant d'écartier à priori tout phénomène cyclique ou non de surpression.

La corrosion semble être l'origine la plus probable de la rupture de la canalisation. L'expertise métallurgique réalisée a en effet mis en évidence la présence d'une corrosion généralisée au droit d'un passage en gaine (casing) sur le lieu de l'accident. Il y aurait eu concomitance de plusieurs facteurs :

- Présence d'un électrolyte (eau), par ailleurs chargé en chlorures.
- Décollement du revêtement anticorrosion de la canalisation.
- Défaut de protection cathodique.
- Atmosphère suroxygénée.



DREAL Lorraine

LES SUITES DONNÉES

Une autre canalisation d'O₂ non gainée, ainsi qu'une canalisation de N₂ en gaine béton passent également sous les rails à proximité de l'ouvrage endommagé. Alimentant les systèmes de sécurité de plusieurs sites lorrains, l'azoduc très proche qui aurait pu être endommagé (projections, vibrations) avec risque ultérieur éventuel de rupture, ne peut être arrêté sans entraîner l'arrêt des installations clientes.

L'inspection des installations classées qui reçoit un compte-rendu sur l'accident (POI compris), ainsi qu'un dossier technique pour la canalisation accidentée, souhaite en retour la mise en place d'un périmètre de sécurité autour de l'oxydus, une baisse de la pression d'N₂ et l'installation d'une caméra de surveillance locale. Au titre de la « législation canalisations », un arrêté préfectoral confirme ces points et demande des expertises sur :

- Les aspects géotechniques liés à la pose de la canalisation.
- La métallurgie du tube endommagé et l'origine de la rupture (corrosion notamment).
- Le décollement du revêtement mis en évidence par l'expertise précédente (résultats non connus à ce jour).

Sur tout son réseau au départ de Richemont, l'exploitant lance dans ce cadre un programme de vérification de ces ouvrages aux caractéristiques similaires, pour étudier le caractère générique ou exceptionnel de cet évènement.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

Les premiers rapports d'expertise évoquent défaut de pose, qualité du sol/remblai, tassements différentiels des couches du sous-sol de pierre qualité dus à la voie ferrée... Des phénomènes qui auraient été visibles en surface, mais non rapportés selon l'expert qui retient une corrosion favorisée par des immersions prolongées dues à la nappe phréatique peu profonde (- 2,2 m) et dont le niveau connaît des fluctuations saisonnières (nappe en liaison avec la Moselle) ; une zone inondable est également à proximité. La présence de bactéries sulfato-réductrices ou de chlorures peut expliquer les cratères observés sur la surface externe des tubes.

L'enquête révèle aussi des défauts de forme sur les tubes prélevés allant plutôt dans le sens d'un très léger « écrasement » de ces derniers, sauf sur un tronçon de canalisation remplacé (plus épais) à 5 m de la rupture et dont l'une des extrémités montre une déformation inverse. Aucune de ces déformations mécaniques n'a cependant eu d'impact sur la tenue mécanique des tubes.

Le rapport d'expertise métallurgique final retient plusieurs facteurs combinés : défaut d'étanchéité du fourreau, battement de nappe dans celui-ci créant des discontinuités de milieu pour l'électrolyte et une moindre protection cathodique, dégradation locale du revêtement avec décollement du brai. L'eau atteignant l'interface brai/acier, une corrosion naissante perce la canalisation, une micro fuite d'O₂ accélérant ensuite le phénomène.

Au-dessus du nouveau tronçon de canalisation des dalles béton de répartition de charge ont été posées. Les prescriptions particulières de l'expertise géotechnique demandées par la DREAL ont été suivies pour l'enfouissement de l'ouvrage.

Le plan interne de surveillance et de maintenance (PSM) est mis à jour pour tenir compte de ce retour d'expérience.

Les autres éléments de REX à retenir concernent :

- L'activation du POI (Plan d'Opération Interne) et non du PSI (Plan de Surveillance et d'Intervention) comme cela aurait dû être le cas, l'accident étant en limite d'usine sur un ouvrage de transport et non une « tuyauterie d'usine » ; leurs limites sont à préciser dans les études de sécurité : degré de couverture de la canalisation dans le POI...
- Les études de sécurité sur les techniques de pose et l'hydrogéologie / géotechnique locale à compléter pour mieux appréhender l'aléa « battement de nappe » et de manière plus générale l'ensemble des aspects géotechniques.
- Les distances d'effets « ruptures brutales » : cratère, mur, projections. Au-delà des données des « études de sécurité » de l'exploitant à vérifier, les zones ELS (effets létaux significatifs), PEL (premiers effets létaux) et IRE (effets irréversibles) pour de telles canalisations pourraient être revues.
- Hors travaux tiers ou mouvements de terrains, la corrosion comme évènement initiateur d'une rupture totale de canalisation.



DREAL Lorraine

Analogies

L'étude des 13 accidents par les inspecteurs du réseau IMPEL et les enseignements qu'ils en ont tirés sont consignés dans les fiches détaillées présentées au chapitre précédent. A l'occasion de cet examen, différentes thématiques récurrentes dans l'accidentologie industrielle ont été évoquées.

Pour chacune, les inspecteurs européens peuvent se référer à des synthèses illustrées au plan technique ou organisationnel par de nombreux accidents analogues enregistrés dans la base de données ARIA. Ces synthèses sont présentées dans les pages qui suivent.

- 1-2. Gestion des conséquences sanitaires et environnementalesPage A1
[Saint-Cyprien \(Loire\) - France - 22/08/2008](#)
[Plaine de la Crau \(Bouches-du-Rhône\)- France - 7/08/2009](#)
3. Conception, surveillance et entretien des bassins de boues industrielles.....Page A11
[Kolontár - Hongrie - 4/10/2009](#)
4. Redémarrage des installations fonctionnant au gazPage A19
[Saint-Avold \(Moselle\) - France - 15/07/2009](#)
5. Accidents ferroviaires en milieu urbainPage A25
[Viareggio - Italie - 29/06/2009](#)
6. Défaut d'exploitation des retours d'expérience disponibles.....Page A33
[Gonfreville l'Orcher \(Seine Maritime\) - France - 4/08/2009](#)
7. La foudre : effets directs et indirects.....Page A43
[Ibbenbüren - Allemagne - 23/07/2009](#)
8. Equilibre prévention/mitigation/interventionPage A47
[Manosque \(Alpes-de-Haute-Provence\) - France - 1/05/2010](#)
9. Risques liés à la coexistence de systèmes automatiques et manuelsPage A53
[Heilbronn - Allemagne - 21/09/2010](#)
- 10-11 Fonctionnement en mode dégradéPage A59
[Ribécourt-Dreslincourt \(Oise\) - France - 8/02/2010](#)
[Nimègue - Pays-Bas - 11/07/2009](#)
- 12-13. Suivi des caractéristiques des équipementsPage A69
[Le Grand Quevilly \(Seine Maritime\) - France - 28/06/2010](#)
[Richemont \(Moselle\) - France - 13/06/2010](#)



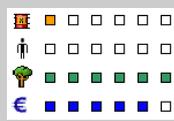
Gestion des conséquences sanitaires et environnementales



Incendie de bois traité avec émission de dioxine

ARIA n°35035 – 22/08/2008 – 42 – Saint-Cyprien

38.32 - Récupération de déchets triés



Dans une usine de recyclage de bois installée sur l'ancien site d'une entreprise de récupération de transformateurs électriques, un feu d'origine inconnue se déclare vers 4 h sur un stock de 2 000 m³ de bois. Le gardien des lieux alerte les secours qui interviennent avec plusieurs lances. Un épais nuage de fumée est observé sur la commune. L'inspection des installations classées constate par ailleurs sur place que le bois dont le stock est supérieur à celui permis par la déclaration est susceptible d'avoir été pollué par des produits chimiques. Un arrêté d'urgence prescrit 7 jours plus tard des analyses des eaux souterraines sur le site et des sols des zones agricoles proches.

Le 3/09, le vent réactive le feu couvant nécessitant une nouvelle intervention des secours. Le préfet prend alors plusieurs arrêtés : suspension d'activités, mesures d'urgence de nettoyage du site et d'élimination des déchets, ainsi que mise en demeure de régulariser la situation administrative de l'entreprise. Trois mois seront finalement nécessaires pour éteindre l'incendie.

Le 15/09, un organisme spécialisé installe des équipements de mesures de la qualité de l'air. Les analyses diffusées le 18/11 révèlent d'importantes émissions à l'atmosphère de dioxines et de polychlorobiphényles (PCB). Le 26/11, les services vétérinaires effectuent des prélèvements de lait dans une exploitation agricole voisine. Une contamination est révélée avec dépassements des valeurs limites réglementaires de commercialisation des denrées (règlement européen 1881/2006/CE) ; l'exploitation est placée sous séquestre.

Progressivement, les investigations sont étendues de 1 à 2 km en mars 2009, puis à 5 km en avril. Le 25/05/2009, la zone de surveillance est étendue à 40 communes par arrêté préfectoral, puis à 42 communes en août 2009. En juillet 2009, un organisme spécialisé précisera que l'origine de la contamination des sols est difficile à déterminer au-delà d'un rayon de 2 km. Au total, 914 exploitations seront examinées. Des protocoles d'assainissement sont mis en place et 2 255 animaux seront abattus (bovins, ovins, porcins et équins). Les farines d'équarrissage sont brûlées dans une cimenterie locale, les graisses susceptibles de contenir des PCB sont traitées en Belgique. Près de 187 000 l de lait cru ont été éliminés.

Les déchets générés lors du sinistre sont constitués pour l'essentiel des stocks de bois broyés et des boues issues du curage des terres. Le transport de ces déchets dans des filières spécialisées s'effectue entre le 10 et le 31/07/2009 ; 70 rotations de camions seront nécessaires pour évacuer 1 678 t de bois et 8,14 t de boues de curage. Un transport complémentaire est dédié aux équipements de protection individuelle pollués, ainsi qu'aux eaux et à la bâche du bassin de nettoyage. Toutefois, 7 600 m³ de terres polluées sont encore à évacuer du site. Compte tenu du montant des travaux de dépollution proche de 2 millions d'euros et du fait que le site de St Cyprien est désormais considéré comme un site à responsable défaillant, l'entreprise ayant été mise en liquidation judiciaire le 23/07/2010, seule l'intervention d'un organisme public peut permettre d'en assurer la mise en sécurité et de proposer une gestion pérenne de la situation.

En janvier 2011, 3 exploitations sont encore partiellement sous séquestre. L'agence française pour la sécurité sanitaire des aliments consultée à plusieurs reprises donne des mesures visant à limiter les risques de contamination dans la chaîne alimentaire. Les investigations (analyses comprises), la destruction des animaux et produits, ainsi que les indemnités sont évaluées à 4,5 millions d'euros fin janvier 2011.

Le décret et l'arrêté du 19/06/09 (décret instituant une mesure d'indemnisation et fixant les modalités particulières de l'estimation des animaux abattus et des denrées et produits détruits sur ordre de l'administration lors d'une contamination de produits agricoles) ont permis la prise en compte par l'État de l'incidence la plus lourde de la pollution : l'indemnisation correspondant à la destruction des animaux et des fourrages contaminés. En outre, l'article 26 de la loi de modernisation agricole du 27/07/10 instaure un fond national de gestion des risques en agriculture (FNGRA), qui remplace l'ex fonds national de gestion des calamités agricoles (FNGCA). Ce fonds a pour objet de participer au financement des dispositifs de gestion des aléas climatiques, sanitaires, phytosanitaires et environnementaux dans le secteur agricole.



ARIA 36654 / Crédit photo SDIS 13 (D.R.)

Pollution d'une réserve naturelle par du fioul fuyant d'un pipeline

ARIA n°36654 - 07/08/2009 – 13 – Saint-Martin-de-Crau

49.50 – Transport par conduites



Une fuite est détectée sur un pipeline de pétrole brut (Diam. 40", PMS 40 bar, année de construction 1972) constitué de tubes roulés soudés. L'accident a lieu sur un site Natura 2000 dans la réserve naturelle de la CRAU abritant plusieurs espèces protégées. Un garde de cette réserve donne l'alerte et l'exploitant déclenche son Plan de Surveillance et d'Intervention (PSI).

Les secours et divers services administratifs interviennent à 8h30. Des reconnaissances aériennes sont effectuées, un périmètre de sécurité est établi. Un « geysier » de 3 à 4 m de haut sort d'une rupture « boutonnière » de 15 cm de large et de 1,8 m de long sur la soudure longitudinale. La préfecture met en place une cellule de suivi à 11h15. La secrétaire d'Etat à l'écologie est sur les lieux à 16h30 et le parquet est saisi. La préfecture demande une évaluation précise des incidences environnementales. Selon l'exploitant, la rupture du pipe serait due à une fissure de fatigue par "effet de toit" vers le cordon de la soudure longitudinale. Le tube accidenté est remplacé par un élément neuf, d'autres sont inspectés et renforcés préventivement.

5 400 m³ de pétrole brut se sont répandus sur 5 ha de la réserve naturelle. Des sondages, carottages et analyses de terres sont réalisés pour évaluer en profondeur l'impact de la pollution sur la zone concernée. La nappe phréatique est entre 9 et 12 m de profondeur, 72 piézomètres sont progressivement mis en place dans les mois qui suivent pour suivre l'impact de la pollution sur les eaux souterraines, ainsi qu'une barrière hydraulique pour contenir la migration éventuelle de cette pollution. Les analyses régulièrement effectuées par l'exploitant du pipeline à la demande des autorités, montrent qu'aucun captage en aval hydraulique, pour l'irrigation et l'alimentation animale ou humaine n'a été affecté. De nombreuses études sont réalisées pour évaluer l'impact de l'accident sur la faune et la flore locale de la réserve. Toutefois, les conséquences sont difficiles à apprécier au-delà de la zone polluée faute d'état de référence précis même dans une réserve naturelle ; le coussoul (flore) est néanmoins détruit sur les 5 ha pollués.

Un an après le sinistre, l'exploitant assure avoir dépensé 50 millions d'euros pour « traiter » les conséquences de la fuite, dont une dizaine pour la restauration de l'environnement. Le bilan à fin 2010, fait apparaître que depuis le 21/08/09 plus de 73 000 t de terre polluées ont été décaissées, puis transportées dans un centre de traitement d'un département limitrophe. Ces terres proviennent du décapage des sols de la zone polluée sur une quarantaine de cm hors du couloir de pipes. Sur la zone de 5 ha, un remblaiement sur 0,40 m d'épaisseur a été réalisé avec des matériaux locaux transférés depuis une carrière proche en respectant la structure originelle du sol. La couche de surface est reconstituée en transférant directement du coussoul prélevé sur les zones non encore exploitées de cette carrière. Un suivi scientifique est prévu pour observer la reconstitution de ce coussoul. Ces travaux s'achèvent le 15 avril 2011.

Face à la succession d'accidents survenus en 2009 dans les industries chimiques et pétrolières, ainsi que dans le transport de matières dangereuses par canalisation, une rencontre sur les enjeux de sécurité industrielle et la protection de l'environnement est organisée en septembre 2009 entre la secrétaire d'Etat à l'écologie et les principaux dirigeants de ces secteurs. Ces derniers formuleront des propositions pour améliorer la sécurité de leurs installations, en renforçant notamment les contrôles du vieillissement des installations et leur maintenance, tout en s'engageant à mieux tenir compte des zones écologiquement sensibles pour améliorer la protection des espèces ou des zones protégées. Pour faire suite à l'accident de la plaine de La Crau et à titre d'expérimentation, en août 2010, la secrétaire d'Etat lance un projet visant à créer à proximité de la zone impactée de la plaine de la CRAU une réserve d'actifs naturels permettant de compenser les impacts négatifs à la biodiversité. Une société spécialisée restaurera à cet effet les habitats d'espèces rares et menacées en transformant un verger industriel en une zone de pâturage.

Gestion des conséquences sanitaires et environnementales

Un certain nombre d'accidents illustrent la possibilité d'effets immédiats ou différés sur la santé humaine et l'environnement de certaines substances toxiques ou peu dégradables émises dans l'environnement. Ces effets peuvent donner lieu à une :

- pollution des sols, des eaux de surface ou des eaux souterraines par différentes voies : par les eaux d'extinction incendie (ARIA 161, 5187, 18379...), par l'écoulement direct de substances présentes sur le site après une perte de confinement (ARIA 17265, 23839, 36654...), par les déchets générés par l'accident... ;
- pollution de l'atmosphère (ARIA 5620, 7022...) ;
- contamination de la ressource alimentaire (fruits, légumes, lait, viande, poissons, etc.) via les retombées d'émissions accidentelles (bouffées, explosion, incendie, etc.) ou via la pollution de la ressource en eau (ARIA 161, 5620, 20493...) ;
- altération éventuelle à court ou long terme de la santé humaine du fait de l'exposition directe ou indirecte de personnes à des matières ou agents dangereux dispersés par l'accident (5187, 5620, 20493, 35035...) ou même du fait de l'impact psychologique de l'évènement (pertes de vies humaine, dégâts matériels importants modifiant les conditions de vie...) (ARIA 4225, 17730, 21329).

Des substances dangereuses peuvent ainsi se retrouver, plusieurs mois après l'accident, dans l'alimentation humaine ou animale (eau, cultures, élevage...), en concentrations telles qu'elles constituent une menace pour la santé humaine ou portent atteinte à l'environnement. Lorsque les risques liés à ces événements n'ont pas été correctement identifiés, les menaces sanitaires sont généralement mises en lumière par les réseaux de surveillance existants (qualité de l'air ou des eaux, surveillance des denrées alimentaires, etc.), mais l'alerte donnée est alors souvent tardive. De telles contaminations peuvent nécessiter des mesures lourdes telles que l'abandon, parfois définitif, de captages d'eau potable en milieu pollué (ARIA 161, 38373...), le retrait du marché et la destruction d'aliments contaminés (ARIA 5620, 20493, 35035...), ainsi que des suivis épidémiologiques ou environnementaux et des actions de réhabilitation ou de soins des écosystèmes (gestion des déchets, excavation des terres polluées pour traitement, nettoyage d'oiseaux mazoutés...) (ARIA 4225, 16879, 18379, 20493, 34351, 35035...).

La gestion technique des situations et celle des crises qui en résultent sont d'autant plus délicates que la question se manifeste inopinément et sans identification préalable de la possibilité d'accident ni dispositif d'intervention approprié.

Des difficultés importantes rencontrées lors de la phase accidentelle peuvent compliquer la gestion technique des suites à donner :

- les responsabilités ne sont pas toujours établies par rapport à l'urgence des travaux à mener (responsables multiples, défaillants ou non réactifs, refus d'exécution, délais entraînés par des recours gracieux puis contentieux... (ARIA 4225, 18379, 30269, 35035). En cas d'inaction des responsables, l'administration est conduite à mettre en œuvre les procédures particulières prévues par les textes, en prenant en considération les enjeux et le cas échéant l'urgence pour définir les mesures administratives et les actions à mener sur le terrain ;
- l'estimation du coût des mesures nécessaires est rarement disponible tant pour l'investigation que pour le « retour à la normale » ;
- en cas de mise sous scellés, l'impossibilité d'intervenir (procédure judiciaire) sur les installations peut aggraver certaines conséquences (ARIA 13050 : mise en sécurité sanitaire du site tardive eu égard à des matières animales en décomposition, vermine, odeurs...). Ces risques méritent d'être exposés à la justice pour éclairer ses décisions ;
- Il est aussi nécessaire de répondre aux questions que posent légitimement les riverains, associations, élus, médias locaux ou nationaux, à divers stades d'évolution sur : les éléments connus, les incertitudes, les conséquences avérées, possibles ou potentielles, les mesures prises et à prendre, la prise en charge des frais et indemnités. Les réponses apportées doivent être prudentes et tenir compte des réalités connues sans chercher à rassurer à tout prix, notamment lorsque les investigations (prélèvements – analyses – interprétations) sont en cours de réalisation et que les résultats et interprétations ne sont pas disponibles... (ARIA 20493, 21329, 30269...).

Ces difficultés peuvent donner lieu à des crises dont la gestion est alors délicate. En effet, les personnes concernées et les médias peuvent interpeller l'exploitant, mais aussi l'administration et les secours, alors que les études ou informations sur les conséquences potentielles ou non visibles ne sont pas disponibles et que les premières analyses ou mesures nécessaires à la bonne caractérisation de la problématique et à la définition des mesures curatives n'ont pas ou insuffisamment été effectuées avant et pendant le phénomène accidentel lui-même ou nécessitent des délais pour l'obtention des résultats.

De plus, en l'absence d'étude suffisante *ex ante* du scénario comparable à l'accident et des mesures de mitigation et d'intervention appropriées, l'attention initiale tend à se concentrer d'abord sur les effets immédiats et perceptibles (panaches de fumées et suies, dommages matériels, chocs psychologiques liés à des victimes, des pertes de biens...), la connaissance de la nature et de la quantité de matières impliquées, puis sur les quantités de matières dangereuses potentiellement relâchées ou générées.

L'obtention de données précises et leur interprétation peut nécessiter un certain temps de latence (connaissances plus précises par l'exploitant des substances et quantités réellement présentes ou relâchées par analyse des stocks, identification des éléments vulnérables exposés, analyses sur le terrain, modélisations, valeurs de référence...) rendant l'évaluation de l'extension de la pollution et des conséquences réelles et potentielles difficiles. Ceci complique d'autant la communication avec la société civile et la mise en œuvre des premières mesures destinées à limiter l'extension de la pollution, prévenir ou limiter les expositions, définir et engager les mesures de résorption (ARIA 5187, 5620, 17115, 30269, 34893, 35905...).

Pour toutes ces raisons, on ne saurait que trop insister sur la nécessité pour les entreprises d'anticiper des situations correspondant à des scénarios possibles et raisonnablement prévisibles : étude de dangers, caractérisation des conséquences possibles, mesure de prévention des émissions, mitigation, prévention des expositions, moyens d'intervention, exercices sur plans de secours, mesure et évaluation des effets et des conséquences, disponibilité de valeurs de référence, compétences sanitaires et environnementales nécessaires, moyens de mesures et expertises nécessaires, information préventive et en situation des parties prenantes et des autorités, alerte préventive, remédiation...

Outre les aspects techniques de la gestion des risques prévisibles, les exploitants doivent, au-delà de l'information préventive des populations imposée aux établissements Seveso, s'attendre à devoir communiquer à l'occasion des accidents aux riverains, élus et médias sur les situations rencontrées, sur les réflexes et mesures à adopter, et sur le déroulement des actions mises en œuvre par l'entreprise. Cette communication, par nature très sensible s'agissant de risques sanitaires et environnementaux, mérite d'être coordonnée avec celle des autorités, chacun s'exprimant dans son domaine de compétence.

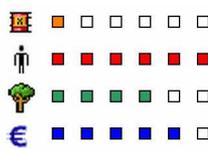
La gestion technique des événements et la communication qui s'y attache méritent d'être anticipées avec une organisation proportionnée aux enjeux (ampleur et durée de l'accident, de ses effets et conséquences, sensibilité du voisinage et de l'environnement) et à l'importance des questions que se poseraient la société civile et ses relais d'opinion. Ceci implique une réflexion lucide sur ce type de situation, la définition de stratégies d'action face à des scénarios possibles, la mise en place de procédures opérationnelles et la réalisation d'exercices pour tester l'organisation et les aptitudes à agir et communiquer.

En fonction des enjeux et des vulnérabilités (proximité de zone habitée, cultures, élevages, productions d'aliments, ressource en eau potable, intérêt faunistique ou floristique), les actions conduites dans l'urgence peuvent devoir être prolongées par d'autres à mener dans la durée. Selon la nature et l'importance des cas, ainsi que l'intérêt ou l'inquiétude susceptibles d'être manifestés par la population concernée, il peut être opportun d'organiser un dispositif de suivi et d'information sur les actions engagées ou à mener. Une structure de type comité d'évaluation et de suivi associant des locaux : universités, experts, associations... peut faciliter la compréhension réciproque des contraintes et difficultés souvent nombreuses, la définition des actions, les interprétations des évaluations, la communication formalisée et le suivi des actions dans le temps (ARIA [17115](#), [34351](#)). Au-delà des discussions en comité, la communication et l'interprétation des résultats gagnent à être formalisées sur un support approprié auquel chacun peut se référer pour se forger une opinion.

Références complémentaires (fiches détaillées) :

- ARIA 161 :ouzouer-en-touraine, 1988 / Pollution des eaux après une explosion dans une usine chimique
- ARIA 2257 : Petit Couronne, 1990/ fuite de super carburant dans la nappe
- ARIA 4225 : La-Voulte-sur-Rhône, 1993 / Déraillement d'un train transportant des hydrocarbures
- ARIA 5187 : Schweizerhalle, 1986 / Pollution du Rhin par des pesticides
- ARIA 5620 : Meda, 1976 / L'accident de Seveso : rejet à l'atmosphère de dioxines dans une usine chimique
- ARIA 13050 : Amberieux-en-BUGEY, 1998 / Incendie d'une salaison
- ARIA 17115 : Clermont-Ferrand, 2000 / Incendie sur un stockage d'élastomères
- ARIA 17265 : Baia Mare, 2000 / Pollution des eaux par des effluents cyanurés
- ARIA 17730 : Enschede, 2000 / Explosions et incendie dans un dépôt d'artifices de divertissement
- ARIA 18379 : Marly-la-ville, 2000 / Incendie dans un entrepôt
- ARIA 20493 : Vénizel, 2001 / Pollution atmosphérique après un incendie de transformateurs contenant des PCB
- ARIA 21329 : Toulouse, 2001 / Explosion dans une usine d'engrais
- ARIA 23839 : Chalampe, 2002 / Fuite de cyclohexane de très longue durée
- ARIA 30269 : Béziers, 2005 / Incendie dans un dépôt de pesticides
- ARIA 34351 : Donges, 2008 / Déversement de fioul dans un estuaire au cours d'une opération de transfert
- ARIA 35905 : Anvers, 2008 / Dégagement d'H₂S dans une raffinerie avec effets transfrontières
- Guide de gestion de l'impact environnemental et sanitaire à destination des services déconcentrés de l'Etat : http://icar.dgpr.i2/icar/article.php3?id_article=2353
- Suivi écologique d'une pollution accidentelle des eaux, CEDRE, 2001 (téléchargeable à l'adresse suivante : <http://www.cedre.fr/fr/publication/guides/suivi-ecologique.pdf>)

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

 **ARIA 161 - 08/06/1988 - 37 - AUZOUER-EN-TOURAIN**

20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

Une explosion et un incendie se produisent la nuit dans une usine chimique lors de la fabrication d'un imperméabilisant à base d'huile de silicone et d'additifs.

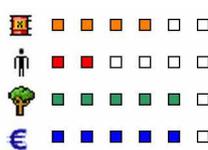
Un opérateur débutant (engagé depuis 6 mois), récemment affecté à ce poste, est laissé sans encadrement vers 1 h pour s'occuper d'un procédé modifié en juin et mis en oeuvre pour la 2ème fois. Le

mode opératoire ne précisant pas l'ordre d'introduction des réactifs, il charge 800 kg d'huile dans la cuve 1702 au 1er étage, met le réacteur en chauffe, descend au rdc pour pomper du réactif et aperçoit, en montant au 2ème pour remplir une cuve d'eau, une sorte de brouillard s'échappant de la cuve 1702. L'explosion qui se produit alors vers 3h résulte de la formation d'hydrogène généré par la décomposition de l'huile de silicone après l'ajout brutal et non contrôlé de l'alcoolate très basique. L'incendie qui s'en suit, ravage 500 t de substances chimiques (alcools surtout), se propage à une grande partie du site (7 000 m²) et crée un important nuage de fumées.

L'opérateur, projeté à 10 m, commotionné, souffre de graves brûlures et blessures. Pendant l'intervention, 2 pompiers sont blessés et 15 autres intoxiqués. En dépit des difficultés d'intervention rencontrées, les secours maîtrisent le sinistre en 4 h. Des analyses atmosphériques indiquent de faibles teneurs en CO et NOx. L'absence de dispositifs de rétention, des bras morts et un dysfonctionnement de la station d'épuration interne conduisent au déversement des eaux d'incendie (produits cyanurés, pentachlorophénols...) dans la Brenne. La Cisse et la Brenne (affluent) sont polluées sur 23 et 5 km éliminant toute trace de flore et de faune : destruction de 20 t de poissons, de mammifères aquatiques ou terrestres... Un indice phénol élevé est relevé dans la Loire : les captages sont arrêtés le 9/06 privant d'eau potable 200 000 habitants de Tours et de sa région, mais reprennent 3 j plus tard avec restriction pour l'alimentation humaine pendant 8 j. Un ravitaillement en eau potable est organisé pendant 10 j. Les dommages matériels et les pertes de production de l'entreprise sont de 45 MF et 8 MF.

Des peines d'emprisonnements avec sursis sont prononcées : 1 an pour le président de la société et 120 KF d'amende, 6 mois pour le chef d'établissement et 60 KF d'amende. Les intérêts à verser aux parties civiles sont de 800 KF.

Cet accident résulte surtout d'une défaillance organisationnelle profonde (pas de politique de sécurité, procédures incomplètes...).

 **ARIA 2257 - 04/08/1990 - 76 - PETIT-COURONNE**

19.20 - Raffinage du pétrole

Une explosion se produit vers 1 h dans un pavillon. De retour de congés, le propriétaire tire de l'eau mettant en marche le chauffe-eau provoquant l'allumage de vapeurs d'hydrocarbures accumulées au sous-sol. Le propriétaire est légèrement blessé et son habitation est détruite.

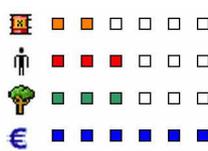
Des hydrocarbures avaient été détectés depuis 1985 dans la nappe phréatique provoquant, à partir de 1989, l'apparition d'odeurs dans la commune. Des expertises menées depuis 1987 ont permis d'identifier la zone polluée et d'en attribuer la responsabilité à la raffinerie située à 2 km. Un captage d'eau potable était coupé depuis 1986 et des pompages dans la nappe avaient débuté avant l'explosion.

Le 23/08/90, une fuite est localisée au niveau d'un coude d'une ligne enterrée d'expédition de supercarburant de la raffinerie ayant transporté précédemment des produits de type coupes gazole et du white-spirit.

D'après les experts, plusieurs facteurs ont contribué à la corrosion de la ligne. Le terrain est constitué de remblai argileux avec de nombreux galets coupants (silex) dont certains sont « imprimés » dans le revêtement de la ligne provoquant à chaque fois des amorces de corrosion. Les canalisations reposent sur des barres en acier, ce qui est susceptible d'en dégrader prématurément le revêtement. Les terres prélevées montrent une très faible concentration de chlorure et une présence importante d'ions phosphates et sulfates qui augmentent considérablement la conductivité du sol. Enfin, la ligne percée ainsi que ses voisines ont subi l'influence de la protection cathodique des lignes protégées à proximité, accroissant la vitesse de corrosion aux emplacements où le tube est à nu (jutage arraché ou poinçonné par des silex).

La surface de nappe phréatique polluée est estimée en 1989 à 100 ha, plus de 15 000 m³ d'hydrocarbures ont été perdus et plus de 13 000 m³ ont été pompés dans la nappe. L'exploitant dédommage les tiers lésés : propriétaire du pavillon, distributeur d'eau et collectivité. Le coût total des indemnités et des travaux dépasse 50 MF (1991).

Les riverains, les exploitants de réseaux d'égout et les services concernés (gaz, téléphone...) sont par la suite informés sur les risques encourus au voisinage des canalisations et dans les locaux enterrés. A la demande de l'inspection des installations classées, l'exploitant contrôle l'étanchéité de tous les bacs de produits légers et canalisations enterrées de la raffinerie ; il ne met pas en évidence d'autre fuite. Il fait passer en situation aérienne ou en fourreau inspectable toutes les canalisations enterrées. Il met en oeuvre des moyens nécessaires à la résorption de la pollution (phase liquide et volatile). Un réseau de surveillance des BTEX est mis en place dans les locaux et habitations de la commune. Enfin, les caves des habitations exposées sont étanchées et les gaines techniques souterraines sont colmatées.

 **ARIA 4225 - 13/01/1993 - 07 - LA VOULTE-SUR-RHONE**

49.20 - Transports ferroviaires de fret

A la suite d'une rupture d'essieu d'un wagon dans un convoi de 20, 7 wagons-citernes contenant chacun

80 m³ d'essence déraillent vers 23h30 ; 4 wagons fortement endommagés déversent leur contenu. Un violent incendie se déclare. L'ouverture brutale et totale de la virole d'un wagon 15 à 20 mn plus tard provoque une explosion et une boule de feu. Des ruisseaux d'hydrocarbures en flamme envahissent les

terrains, parviennent aux premières habitations à 20 m en contrebas des voies et génèrent une succession d'explosions dans les égouts.

Un périmètre de sécurité de 600 m est établi et près de 1000 personnes sont évacuées ; 6 personnes sont blessées. Quinze habitations sont détruites, de même que 15 véhicules ; la station de relevage des eaux pluviales située à 250 m a été endommagée par les explosions dans les égouts. Les dommages s'élèvent à plus de 70 MF, dont 15 MF pour la reconstruction de la station et 5 MF de travaux de dépollution.

En quelques heures, 16 piézomètres sont installés : les prélèvements réguliers confirment la pollution des sols par les hydrocarbures déversés (quantité estimée à 100 m³ imbrûlés sur 300 m³ déversés) ; 2,6 ha de terrain sont contaminés, ainsi que des puits agricoles par contamination de la nappe phréatique. D'importants travaux de dépollution utilisant la technique du venting (mise en dépression su sol) seront mis en oeuvre. Les hydrocarbures récupérés sont incinérés dans 2 unités mobiles équipées de four à lit catalytique. Une centaine de personnes est relogée pendant les travaux de dépollution qui dureront 4 mois.

Au-delà de la mise en oeuvre des premières mesures de secours, la question de la limitation de l'extension de la pollution du sous-sol et des réseaux d'égouts par les hydrocarbures s'est rapidement posée. Les entités en présence (commune, société de transport ferroviaire et administration) ont été confrontées dans l'urgence à la nécessité de prendre des décisions pour évaluer sans retard l'extension de la pollution, la gravité des conséquences intervenues et potentielles, ainsi que pour mettre en oeuvre

des mesures de prévention de la propagation des hydrocarbures alors que les responsabilités n'étaient pas clairement établies et qu'aucune estimation de la durée et du coût de ces mesures n'était disponible.

Suite à cet accident, la société de transport crée une entité en interne pour mieux faire face à des accidents de transport de matières dangereuses.

 ■ ■ ■ ■ □ □ **ARIA 5187 - 01/11/1986 - SUISSE - BALE**

 ■ ■ ■ ■ ■ ■ *20.20 - Fabrication de pesticides et d'autres produits agrochimiques*

 ■ ■ ■ ■ ■ ■ Un feu se déclare dans un entrepôt de phytosanitaires au sud de Bâle (halle 956). Les secours sont en action depuis 20 min. quand des pompiers de sites voisins interviennent en renfort. Les flammes hautes de 80 m sont visibles à plus de 10 km. Des mercaptans dans les fumées entraînent une odeur d'oeufs pourris et le Rhin est gravement pollué. Le bassin de rétention aménagé sur le site ne pouvant en effet contenir que 50 m³ d'effluents, 10 à 15 000 m³ d'eau d'extinction sur les millions de litres d'eau déversés vont s'écouler 28 h par le réseau des eaux usées dans le fleuve qui se teinte en rose (fushine...) ; 30 t de produits toxiques (insecticides, mercure...) anéantissent toute vie aquatique sur plus de 250 km.

Le délai entre le début du sinistre, puis l'alerte des bâlois et des pays riverains indignera vivement l'opinion publique. Depuis le sinistre, les centres opérationnels locaux ont défini une procédure locale. Une nouvelle organisation sécurité / environnement du groupe industriel est mise en place avec des renforts humains et matériels par division opérationnelle. Le 12/11, les ministres de l'Environnement des pays riverains se réunissent à Zurich pour convaincre la Suisse d'adopter une législation similaire à la directive Seveso et de financer la restauration du fleuve. La Suisse adopte une législation proche de cette directive, renforçant ainsi la sécurité des sites industriels et améliorant les échanges d'informations entre pays riverains en cas d'accident. Le 1/10/1987, la Commission internationale pour la protection du Rhin (CIPR) adopte le programme d'action Rhin (PAR) 2000, un plan ambitieux de reconquête de la qualité du fleuve. Le coût des mesures de nettoyage, décontamination ou réhabilitation de l'environnement dépasse les 257 MF, soit 39 MEuros. La CIPR exploite désormais 6 centrales d'alerte qui surveillent en continu un tronçon du Rhin et 2 autres pour la Moselle. Cette catastrophe environnementale sera aussi à l'origine des SAGE et SDAGE en France.

Selon les autorités, le sinistre aurait sans doute pour origine l'inflammation d'une palette de "bleu de Prusse". Des essais réalisés par l'exploitant ont montré que cette poudre bleue foncée à base de sels de fer et de ferrocyanure de potassium, au point éclair relativement bas (230 °C), pouvait se consumer plusieurs heures sans flamme et sans odeur avant de s'enflammer. Cette substance faisait l'objet d'un stockage particulier, les palettes étant emballées dans un plastique thermo-rétractable chauffé avec un pistolet spécial. L'opération était à réaliser à l'extérieur et suivie d'une 1/2 journée d'exposition au grand air, pratiques permettant d'identifier un début de combustion et d'éviter un stockage à côté d'autres produits toxiques / inflammables dans la halle 956 ; 10 t ont été emballées le 30/10 sous la halle, avec un thermoformage réalisé à 30 cm, puis le produit avait été stocké près de 23 t d'un insecticide et de 60 t d'un herbicide, très inflammables et toxiques.

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

 ■ ■ ■ ■ ■ ■ *21.10 - Fabrication de produits pharmaceutiques de base*

 ■ ■ ■ ■ ■ ■ Un nuage toxique contenant de la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzodioxine est rejeté à l'atmosphère d'une usine chimique, alors que la production est arrêtée pour le week-end : 6h30 plus tôt, en fin de poste, le cycle de production du 1,2,4,5-trichlorophénol est arrêté alors que seuls 15% (au lieu de 50%) du solvant (éthylène glycol) sont distillés. L'agitation est stoppée et le vide cassé. Aucun ajout d'eau n'est effectué.

L'unité est laissée sans surveillance pour le week-end. A 12h37, sous l'effet de l'augmentation 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 la dioxine. Le lendemain seulement, la société informe les autorités qu'un rejet d'herbicide a eu lieu. Deux jours après, les cultures sont déclarées impropres à la consommation. La société ne fait état de dioxine que 10 jours plus tard. Finalement, 11 communes sont touchées, 2000 ha sont contaminés. 3 zones sont définies : la zone A (C > 50 µg/m²) recouvre 110 ha, ses 736 habitants sont évacués ; la zone B (5 < C < 50 µg/m²) couvre 270 ha, les enfants et les femmes enceintes sont évacués la journée, l'agriculture et l'élevage y sont interdits ; la zone R (C < 5 µg/m²) de 1430 ha. Plus de 250 cas de chloracnée sont diagnostiqués, 220 000 personnes auraient été exposées. Au total 81 000 animaux meurent ou sont abattus. L'évaluation de la quantité de dioxine émise varie de 200 g à 40 kg. La décontamination de la zone débute 6 mois plus tard, elle 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 placés dans des 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 ne permettent pas d'établir un 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 13050 - 19/06/1998 - 01 - AMBERIEU-EN-BUGEY**

 ■ ■ ■ ■ □ □ *10.13 - Préparation de produits à base de viande*

 □ □ □ □ □ □ Une charcuterie (35 t/j) en régularisation administrative s'embrase (flamme ou court-circuit ?) vers 13h10 en limite de zone industrielle ; 4 000 m² sont détruits en 17 min, puis les 15 000 m² de bâtiments et les unités de réfrigération (F22) en moins de 2 h malgré une intervention rapide des secours (7 min après l'alerte) avec d'importants moyens hydrauliques (13 grosses lances, 3 petites...). Un mur coupe-feu protège les locaux administratifs. Ampleur et rapidité du sinistre, puis crainte d'émissions toxiques compliquent l'intervention. Une épaisse fumée gêne la localisation des foyers, mais les frigorigènes (eau glycolée, R22) sont sans influence. Les eaux incendie (max. 450 m³/h) ont rejoint un bassin d'orage à la suite de la fusion des descentes en PVC des eaux pluviales. L'incendie est maîtrisé vers 15h50 et déclaré éteint le lendemain à 8 h.

Le corps d'un soudeur sous-traitant asphyxié sera retrouvé dans un couloir et ceux de 2 employés en mezzanine au-dessus des chambres froides ; 8 employés ont également été blessés. Les expertises judiciaires retardent le déblaiement, puis 500 t de viande sont évacués des décombres en plusieurs jours. Des odeurs nauséabondes sont perçues à plus de 1 km (commerces et immeubles à 500 m). Les dommages s'élèvent à 61 MF, 110 des 140 salariés sont licenciés. Le site qui a déjà connu 2 petits incendies, sera fermé 1 an plus tard.

Propagation rapide du sinistre et difficultés d'intervention livrent plusieurs enseignements : alerte retardée (18) en l'absence d'alarme sonore, découverte tardive du sinistre (pause 12 h, fumée alertant des voisins), moyens de communication inadéquats (téléphone des locaux de travail sans accès extérieur, standard fermé). Le type de construction, 2 boîtes imbriquées (panneaux sandwich / bardage et toits) sans exutoire de fumée, confinant chaleur et rayonnement dans la double enceinte, empêchant

l'évacuation des gaz chauds. Un cloisonnement inexistant / insuffisant et une utilisation massive de panneaux paroi / plafond en mousse polyuréthane, M1 (ou M2 ?) mais sans tenue au-delà de 300 °C, qui accroissent la charge thermique et génèrent gaz dangereux et matières volatiles alimentant les flammes se propageant 'comme des chalumeaux' dans les murs. L'effondrement au feu des éléments métalliques des charpentes, le bitume de toiture (bac acier panneaux bitumineux) qui fond, coule et brûle, les faux plafonds parfois inaccessibles isolant d'importants volumes sous toiture et des chambres de congélation de forte capacité sont aussi des facteurs aggravants. Les charges calorifiques sont très variables (matériau de conditionnement...) et l'inflammation des marchandises congelées est favorisée par le froid qui dessèche le contenu. Un taux de remplissage important gêne les évolutions et le gerbage des racks crée un effet 'cheminée'.

     **ARIA 17115 - 20/01/2000 - 63 - CLERMONT-FERRAND**

22.11 - Fabrication et rechapage de pneumatiques
 En sous-sol d'un bâtiment de 16 000 m² d'une usine de pneumatiques, 3 000 m² de gommes synthétiques (839 t de butadiène/styrène, dont 649 t étendues avec des huiles de pétrole, et 1 170 t de polybutadiène) entrent en combustion. A 16h40, l'alerte est donnée par un agent d'une entreprise extérieure effectuant des travaux au rez-de-chaussée. A 16h50, l'alarme thermique déclenche le POI.

Une première attaque du feu à 16h55 par les pompiers du site se révèle inopérante. Les secours externes n'interviennent que vers 17h40. Le foyer, difficile à approcher, a déjà pris trop d'ampleur et le sinistre s'étend en quelques heures à l'ensemble du bâtiment. A 18h12, une pulvérisation type arrosage "déluge" du sous-sol est partiellement mise en oeuvre (1/3 de la surface), les autres vannes étant inaccessibles. Des explosions se produisent et 9 pompiers sont blessés notamment lors de tentatives d'activation du reste du réseau de pulvérisation ; 1 400 t de gomme sont en feu, 1 100 t sont protégées par l'arrosage. La pyrolyse des gommes se poursuit durant 44 h avec une abondante fumée nécessitant l'intervention de 500 pompiers par relais. Le 22 janvier, vers 12 h, le feu est déclaré éteint. Les dommages matériels sont très importants. Le bâtiment sinistré est à raser. L'incendie aurait été initié par une escarville de métal en fusion lors de travaux par chalumeau au rez-de-chaussée par un intervenant extérieur disposant d'un permis de feu.

Les analyses effectuées pendant l'incendie sur la qualité de l'air et les eaux d'extinctions non retenues et rejetées via le canal de sortie de l'usine ne détectent pas d'élévation spectaculaire des polluants classiquement recherchés (poussières, SO₂ / DCO, MES...).

Le 4/02, l'exploitant confirme que 60 t d'un composé de vulcanisation (vulcanox), 900 kg d'hydroxyde de cobalt et 5,8 t de colophane ont également brûlé dans l'incendie. Compte tenu des risques environnementaux et sanitaires potentiels, d'importants travaux d'analyse et d'évaluation d'impact sont menés, supervisés par un collège d'experts réuni dès le 6/07.

Il apparaît qu'une quantité non négligeable de vulcanox se retrouve dans les sédiments dans les ruisseaux le BEDAT et la MORGE, ainsi que des métaux, et HAP. Un suivi environnemental est mené. Le 27/04/2001, le collège d'expert achève d'étudier les résultats des dernières analyses et conclut que l'impact sur l'environnement paraît faible.

L'exploitant mettra à jour son étude de dangers avec prise en compte des effets dominos et tierce expertise. Le sinistre souligne l'importance de l'adaptation des moyens de protection incendie (eau, émulseurs), de bassins de rétention correctement dimensionnés, de la bonne connaissance des produits dangereux stockés (nature, quantités). La création d'un collège d'experts peut faciliter l'analyse et la communication lors du suivi post-accidentel.

     **ARIA 18379 - 01/08/2000 - 95 - MARLY-LA-VILLE**

52.10 - Entreposage et stockage
 Dans un entrepôt constitué de 8 cellules louées par 4 exploitants différents, un feu se déclare dans des balles d'ouate de cellulose stockées dans une cellule, une autre occupée par le même exploitant servant d'atelier de fabrication de papiers à usage sanitaire. L'accident survient à la suite de travaux effectués au chalumeau sur le toit du bâtiment.

Des employés interviennent avec des RIA mais le feu se propage en 20 min par la toiture et par les ouvertures existantes dans les murs à la 2^{de} cellule occupée par l'exploitant. L'effondrement partiel d'un mur de séparation propage le feu à une 3^{ème} cellule occupée par un autre exploitant et abritant des produits agropharmaceutiques et des aliments pour animaux.

Malgré des difficultés d'alimentation en eau, les pompiers externes maîtrisent le sinistre en 2 h ; 37 d'entre eux sont incommodés par les fumées et 7 seront hospitalisés pour examens. Les 5 autres cellules ont été préservées par l'intervention des secours. Les dommages matériels sur le site sont estimés à 15 MF (2,29 M.euro).

Pendant l'intervention, 1 500 m³ d'eaux d'extinction chargées en produits phytosanitaires, détergents et savons sont recueillies dans un bassin d'orage non étanche, polluant les terres du bassin et menaçant une nappe phréatique et des captages d'eau potable.

Devant le refus des différents exploitants de satisfaire aux prescriptions des arrêtés préfectoraux successivement pris après l'accident et les recours gracieux puis contentieux intentés, des mesures de réquisition seront prises pour assurer rapidement le pompage, le stockage et le traitement des eaux incendie, ainsi que l'installation de 2 piézomètres pour permettre un suivi de la nappe phréatique.

La réquisition d'entreprises prestataires de services a permis l'exécution des travaux nécessaires dont le traitement s'étalera sur 11 mois. Le règlement financier définitif des opérations sera assuré par le ou les responsables de l'accident et de ses conséquences, leurs attermolements n'ayant qu'acqué le coût global des opérations nécessaires.

L'extension rapide du sinistre rappelle l'importance de dispositions constructives adaptées ainsi que la nécessité de bassins de rétention étanches le cas échéant par cellule / exploitant (en fonction des produits stockés). Enfin, dans la configuration d'installations imbriquées exploitées par différents industriels, il importe de vérifier que toutes les questions techniques et organisationnelles de prévention des pollutions et des risques soient réglées par des mesures appropriées dont le responsable de l'exécution est clairement identifié.

     **ARIA 20493 - 18/06/2001 - 02 - VENIZEL**

17.12 - Fabrication de papier et de carton
 Un feu se déclare vers 2h50 dans le local électrique d'une papeterie. Pris dans les flammes, 4 transformateurs se voient entièrement, un 5^{ème} à moitié ; le diélectrique contenant des PCB se disperse. Le Préfet prend un arrêté d'urgence sur proposition de l'inspection des IC eu égard au risque de contamination par les dioxines et furannes générés lors de l'incendie. Cet arrêté impose des investigations pour déterminer l'ampleur de la contamination et suspend l'activité de l'usine. Sa remise en service est subordonnée à la fourniture par l'exploitant des justificatifs et autorisations prévus dans l'arrêté préfectoral.

Un suivi épidémiologique est mis en place durant 1 an pour 96 personnes présentes lors du sinistre (pompiers, employés, journalistes, habitants voisins). Compte tenu de la trajectoire des fumées, une zone en forme de cône de 30° de 2,5 km est placée sous surveillance avec interdiction de consommation des productions végétales. Une centaine de prélèvements sur des suies, éléments de construction, sols, eaux et végétaux montre la présence de dioxines et de furannes à des teneurs plus

élevées à proximité du point d'émission.

Un arrêté pris le 4/07/2001 fixe les conditions pour la remise en service partielle et progressive des installations (décapage de sols et nettoyage) et impose notamment le recensement et l'élimination sous 1 an des installations de PCB encore présentes sur le site.

Au vu des résultats de 3 séries d'analyse portant sur les végétaux, les sols et les eaux montrant que la présence de PCB et dioxines ne peut entraîner de dépassement de la dose journalière admissible, les interdictions concernant les terrains extérieurs sont levées 25 jours plus tard. Les bâtiments et terrains de l'usine sont décontaminés, ainsi que 2 habitations proches du site.

La quantité de PCB perdue a été évaluée à 600 kg (sur 2 800 kg présente initialement) et la quantité de dioxines émises à 13 kg. Le bâtiment atteint par l'incendie est fortement endommagé, les dommages étant évalués à 15,2 MEuros. Le feu pourrait avoir été initié par un court-circuit ou au mauvais état d'un élément électrique. Le scénario incendie d'un transformateur n'avait pas été envisagé dans l'étude de dangers.

Au total, 26 transformateurs contenant des PCB seront progressivement éliminés du site jusqu'en août 2002. Malgré les actions menées depuis plusieurs années par l'inspection, l'enlèvement des transformateurs incendiés et des terres décapées est cependant toujours en cours de finalisation à l'été 2008.

La gestion de cet accident met également en évidence la nécessité d'une concertation étroite entre les différents services de l'état, d'une communication en temps réel au bénéfice des différents acteurs, ainsi que d'un suivi sur la durée des suites données par l'exploitant.

ARIA 21329 - 21/09/2001 - 31 - TOULOUSE

20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

   Entre 20 et 120 t d'un stock de plus de 300 t de rebuts de nitrate d'ammonium détonnent dans une usine d'engrais. Les causes et circonstances de l'accident feront l'objet de plusieurs enquêtes et expertises dans les mois qui suivent. Le dépôt formait sur 250 m² un cordon de 25 m de long, 8 à 10 m de large et 2 à 4 m de hauteur. L'explosion dont l'épicentre serait situé au centre du tas et correspondrait à un séisme de magnitude 3,4 sur l'échelle de Richter, aurait été perçue jusqu'à 75 km de distance. Son intensité est évaluée à l'équivalent de 20 à 40 t de TNT.

Lors de l'explosion, 266 employés de l'usine et 100 sous-traitants travaillent sur le site ; 21 victimes sont à déplorer sur le site AZF, dont 5 personnes (intérimaires compris) travaillant pour des entreprises sous-traitantes et 5 autres exerçant des activités diverses (livreur, dépanneur d'ascenseurs...) ou de passage, 1 sur celui de la SNPE et 9 personnes à l'extérieur (dont 2 en milieu hospitalier) tuées lors de l'explosion ou décédées les jours suivants, 29 blessés graves dont 21 resteront hospitalisées plus d'un mois (300 plus de 6 jours). Un élève du lycée Gallieni est tué à 500 m de l'épicentre lors de l'effondrement d'une structure béton et plusieurs autres personnes sont blessées. Deux personnes décèdent aussi dans un établissement d'entretien de véhicules sis à 380 m et un mort est recensé dans l'immeuble du fournisseur à 450 m de l'épicentre. Des milliers de personnes seront hospitalisés. Le 17/10/01, la préfecture de Haute-Garonne recense 2 442 personnes au total. Les dommages matériels internes sont considérables : cratère de plus de 50 m de long et 7 m de profondeur à l'emplacement du dépôt, 80 ha de l'usine en grande partie dévastés.

L'établissement et 5 autres sites chimiques proches également atteints doivent suspendre leurs activités et se mettre en sécurité en évacuant durant plusieurs mois leurs stocks de produits dangereux ; 1 300 autres entreprises industrielles, commerciales et artisanales sinistrées à des degrés divers (21 000 salariés) seront progressivement répertoriées les semaines suivantes. Dans un rayon de 3 km, 26 000 logements ont été endommagés dont 11 200 gravement, et plus de 1 200 familles sont à reloger. Des dizaines de sinistrés dont les vitres des habitations n'ont pas encore été remplacées subiramment 2 mois après le sinistre les premiers froids de l'hiver. Les assurances évaluent les dommages matériels entre 1,5 et 2,3 milliards d'Euros. En juillet 2006, 758 000 m³ de terre ont été excavés pour traitement ; l'exploitant évalue à 100 MEuro le démantèlement et la dépollution du site. Entre le 17 et le 19/10/01, plusieurs tonnes d'effluents ammoniacés déversées dans la Garonne polluent le fleuve sur 1,5 km tuant 8 000 poissons.

ARIA 23839 - 17/12/2002 - 68 – CHALAMPE

20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

   Lors de recherches effectuées depuis la veille pour trouver l'origine d'une baisse de pression de l'alimentation en cyclohexane d'un atelier de production d'olone, une fuite de cette substance utilisée en grande quantité, relativement peu toxique, mais polluante et inflammable est découverte sur un site chimique. D'un réservoir de 10 000 m³, le cyclohexane alimente par une canalisation en partie commune les ateliers d'olone et d'adiponitrile (ADN). Maintenu en température par un circuit vapeur, le cyclohexane est transféré à 20 °C et sous 2 à 3 bar par des tuyauteries calorifugées aériennes ou en tranchées. Avec des débits dans un rapport de 266 pour 1, 2 canalisations de 100 et 40 mm alimentent ainsi en continu l'atelier olone et en discontinu l'atelier ADN.

La fuite fait suite à la rupture de la canalisation (40 mm) de l'atelier ADN due, selon l'exploitant, à la dilatation du cyclohexane liquide en partie aérienne de la tuyauterie entre 2 bouchons de cyclohexane cristallisé. Une défaillance du dispositif de réchauffage (T < 6,5 °C) de la tuyauterie a provoqué la formation des bouchons, le cyclohexane se reliquant ensuite prioritairement dans le tronçon le plus exposé au réchauffement extérieur. La canalisation n'étant pas encore équipée d'un dispositif de détection rapide d'une fuite, 30 h sont nécessaires pour déceler la cause de l'anomalie de pression. L'exploitant évalue dans un premier temps la fuite à quelques m³ de cyclohexane, puis comprise entre 850 et 1 200 t dans les semaines qui suivent, la plus grande partie ayant migré dans le sol.

Quelques jours plus tard, des carottages jusqu'à 13 m de profondeur dans le sol (profondeur au-delà de laquelle se trouve la nappe) révèlent une couche de cyclohexane localisée aux environs du lieu de la fuite ; le rabattement de l'aquifère par l'un des puits de la barrière hydraulique de sécurité du site aurait limité l'extension de la pollution. Des analyses de l'eau de la nappe hors du site n'auraient montré aucune trace de cyclohexane supérieure au seuil de potabilité. L'inspection des installations classées tardivement informée constate les faits et propose un arrêté d'urgence. L'exploitant lance des actions de dépollution. La presse rappelle l'abandon d'un forage AEP à la suite d'une précédente pollution de la nappe par du cyclohexane une vingtaine d'années plus tôt sur ce même site. Le 2 juillet 2003, 420 t de cyclohexane ont été pompés dans la nappe et 16 t extrait du sol par venting... En juillet 2004, 590 t de cyclohexane ont été récupérées mais, depuis le début de l'année, le rendement de dépollution a beaucoup diminué, les quantités de cyclohexane récupérées se stabilisant à près d'une dizaine de tonnes par mois. En conséquence un arrêté préfectoral est pris le 28 juillet 2004 pour demander entre autre la mise en place d'une EDR dans le cadre d'un plan de remédiation.

    **ARIA 30269 - 27/06/2005 - 34 - BEZIERS**

20.20 - Fabrication de pesticides et d'autres produits agrochimiques

 Dans la nuit du dimanche au lundi, un feu se déclare à 3h05 dans l'un des 4 bâtiments contigus (A/B/C/D) d'un site SEVESO formulant des produits agropharmaceutiques (poudres, granulés) et stockant des produits finis solides et liquides. Les installations sont à l'arrêt lors des faits. Moins d'1 h après sa ronde, le gardien donne l'alerte après confirmation d'un incendie dans la zone D1. Le cadre d'astreinte et le directeur rejoignent l'usine. A leur arrivée à 3h27, les pompiers constatent que 3 des bâtiments sont en feu. Les utilités sont coupées, le POI est déclenché, puis le PPI à 4h22. Un périmètre de confinement de 400 m est mis en place autour du site. Un silo de farine et des structures légères sont protégés par arrosage. Les eaux d'extinction (500 m³/h) sont récupérées dans une rétention en partie basse du site par actionnement de ballons gonflables. A la suite d'une défaillance de la pompe de reprise, elles sont pompées et évacuées pour partie par camions d'une société spécialisée ou transférées vers un bassin étanche (10 000 m³) prévu à cet effet après mise en place d'une pompe de secours mobile. Une centaine de pompiers maîtrise le sinistre en fin de matinée; 5 seront blessés ou incommodés (brûlures, nausées) lors de l'intervention. Les 4 bâtiments (7 500 m²) et un stock de 1 700 t de phytosanitaires sont détruits. Les dommages matériels et la perte d'exploitation s'élèvent à 40 Meuros. Une odeur âcre est perceptible à plusieurs dizaines de kilomètres, 3 000 personnes sont invitées à se confiner à leur domicile ou sur leur lieu de travail.

Les fumées incommodes des habitants et personnels des entreprises de la ZI. L'analyse de ces fumées révèle la présence de composés soufrés (H₂S, CS₂, SO₂) et d'HCN. Bien que des concentrations de CS₂ dépassent le seuil de toxicité (VME 10 ppm) au-dessus du foyer, aucun dépassement n'est noté pour les différents polluants en limite du site. Plusieurs entreprises de la zone ont dû suspendre leurs activités le jour du sinistre. La lente combustion des produits chimiques se poursuit sous la surveillance des pompiers avec émission de fumerolles plusieurs jours durant. Une station de mesures mobile située sous le vent à 200 m du site, doit suivre notamment la concentration dans l'air des produits soufrés.

La cause de l'incendie étant inconnue, une enquête judiciaire est effectuée et la compagnie d'assurance mandate des experts. L'arrêté préfectoral du 29/06 suspend le fonctionnement du site et conditionne le redémarrage des équipements non incendiés à la totale remise en service des équipements de sécurité.

    **ARIA 33299 - 30/07/2007 - 42 - RENAISON**

10.72 - Fabrication de biscuits, biscottes et pâtisseries de conservation

 Un feu se déclare vers 2 h dans une usine de fabrication de cakes et de confiserie de 10 000 m². La société de télésurveillance alerte le responsable de la maintenance. Une centaine de pompiers intervient avec 27 engins. Ils coupent l'alimentation en gaz et électricité, font fermer la route D9 pour s'approvisionner en eau dans un étang situé à 800 m et sont maîtres du feu à 6 h. Ils restent sur place le lendemain pour surveiller une éventuelle reprise du feu. La rétention et la station de pré-traitement pleine ne peuvent contenir les 200 m³/h d'eaux incendie qui s'écoulent hors du site dans un canal recevant les eaux pluviales de la zone d'activité se déversant dans l'OUVAN. Les secours installent un barrage filtrant de bottes de paille. L'usine est détruite à 90 %, notamment en raison de la présence importante de matériaux combustibles (sucre, farine, carton...). Les installations de réfrigération fonctionnant au R404a (mélange de fluoroéthane) sont atteintes dégageant du fluorure d'hydrogène, mais les silos de stockage de 60 m³ de sucre et de farine, ainsi que les cuves d'hydrocarbures et le transformateur du site sont intacts. Aucune victime n'est à déplorer, mais 120 personnes sont en chômage technique. Le 01/08, l'organisme public de gestion et de surveillance des cours d'eau ne détecte pas d'impact immédiat sur le canal. Des filières adaptées traiteront les déblais.

Les suies et autres matériaux générés par l'incendie retombent sur des jardins et champs voisins dans un couloir de 3 km de large et de 6 à 10 km de long provoquant l'inquiétude des riverains. L'inspection des Installations Classées demande à l'exploitant de réaliser des mesures de surveillance de la qualité du milieu dans la zone susceptible d'être impactée au sud-est du site (hydrocarbures totaux, HAP, COV halogénés, métaux lourds, dioxine ...). Les résultats des analyses sur les sols et les végétaux destinés à la consommation humaine et animale sont inférieurs aux valeurs seuil, mais les eaux et les sédiments du canal sont contaminés par la dioxine, les HAP et des métaux lourds (Arsenic, Plomb et Zinc). Les résultats d'analyses réalisées en janvier 2008 montrent que la pollution du cours d'eau liée à l'incendie de l'usine est résorbée et que certains des polluants détectés précédemment font partie du bruit de fond. L'exploitant établit un plan pour évaluer l'impact de la pollution sur les sédiments et un diagnostic des milieux sur le site de production.

L'étude de dangers de l'établissement prévoyait le scénario d'incendie généralisé du site mais envisageait une extinction assez rapide ce qui n'a pas été le cas (15 h pour éteindre le feu). L'usine est reconstruite en lieu et place 18 mois plus tard pour un coût de 15 Meuros : l'établissement est équipé d'une détection incendie, de sprinklers et d'une rétention d'eaux d'extinction redimensionnée (840 m³). Un court circuit dans une armoire électrique datant de l'installation du site (1980) est l'origine du sinistre.

    **ARIA 34351 - 16/03/2008 - 44 - DONGES**

19.20 - Raffinage du pétrole

 Lors du chargement de 31 000 m³ de fioul de soute dans un navire, une fuite sur une canalisation de transfert d'une raffinerie occasionne un important épandage dans l'estuaire de la Loire dans une zone d'intérêt faunistique et floristique.

 A 16h10, une personne sur une barge constate la présence d'hydrocarbures à la surface de l'eau et donne l'alerte. Vers 16h45, un rondier localise et isole la fuite située à environ 500 m en amont du lieu de détection.

Le POI est déclenché à 17h et l'inspection des installations classées est prévenue. Un navire récupérateur est positionné à l'embouchure du fleuve et 2 chalutiers collectent les boulettes d'hydrocarbures dans l'estuaire.

Des recommandations sanitaires d'éviter tout contact avec le produit sont diffusées par communiqué et transmises aux élus. Les interdictions d'accès du public à plusieurs plages et de pêche dans l'estuaire sont prises puis seront progressivement levées entre le 4 et le 18 avril. Le suivi de l'impact sanitaire et environnemental est confié à un comité scientifique comprenant notamment les services de l'état, des services spécialisés, des associations de protection de l'environnement. Il permet une information régulière des populations et donne son avis sur les mesures de dépollution envisagées pour cette zone fragile.

Plus de 750 personnes sont mobilisées pendant 3,5 mois pour le nettoyage de 90 km de berges souillées (6 170 t de déchets récupérés stockés sur site avant élimination). L'exploitant communique à la presse et annonce la prise en charge des dommages, des coûts de dépollution et l'indemnisation des professionnels touchés pour un montant d'environ 50 Meuros.

Les investigations révèlent que la fuite n'a été décelée qu'au bout de 5 heures permettant un déversement de 478 t de fioul dont 180 t rejoindront la Loire.

L'examen de la canalisation montre une brèche longitudinale d'environ 16 cm² provoquée par une corrosion localisée sous calorifuge dont l'origine est liée à une fuite d'eau sur une tuyauterie située à la verticale. L'eau s'est infiltrée sous le calorifuge et a provoqué la corrosion puis la perforation de la canalisation de fioul. Malgré plusieurs anomalies décelées dans les mois précédents sur ce même rack, l'exploitant n'a pas revu son programme de contrôle pour prendre en compte les risques

spécifiques présentés par cette ligne en regard de sa proximité avec les berges du fleuve. La ligne de fioul accidentée est arrêtée définitivement et les contrôles effectués sur l'ensemble du rack révéleront plusieurs points de corrosion sur d'autres lignes nécessitant des réparations.

Plusieurs actions et mesures complémentaires sont demandées à l'exploitant dont :

- L'extension des contrôles à d'autres canalisations du site avec mesures d'épaisseur au niveau des points sensibles (supports, piquages,..) ;
- Le déplacement du tracé de la ligne d'eau de service pour éviter tout aplomb avec une tuyauterie calorifugée ;
- Une surveillance permanente avec système de détection de fuite et report d'alarme en salle de contrôle pour les canalisations situées à proximité du fleuve ;
- La modification du terrain sous le rack afin de drainer tout écoulement accidentel vers un réseau de collecte adapté ;
- L'installation d'un dispositif comptabilisant les quantités de produits sortant d'un bac et celles réceptionnées en bout de la canalisation de transfert correspondante.

Un renforcement des moyens d'intervention disponibles en cas de pollution accidentelle de l'estuaire de la Loire est envisagé.

■ ■ ■ ■ ■ ■ **ARIA 34893 - 15/07/2008 - 68 - GEISPITZEN**

35.13 - Distribution d'électricité

-  ■ ■ ■ ■ ■ ■ Un transformateur explose et s'enflamme à 10h15, projetant de l'huile autour du local. De la cuve percée,
-  ■ ■ ■ ■ ■ ■ du diélectrique se déverse aussi sur le sol et dans le réseau d'assainissement unitaire communal par les
-  ■ ■ ■ ■ ■ ■ avaloirs. Le système de détection des défauts du réseau 20 kV alerte le service de l'électricité qui envoie un technicien localiser l'incident. Parallèlement, des voisins préviennent les pompiers qui interviennent à

10h30 avec des moyens classiques. Une CMC éteint le feu 10 min plus tard avec un extincteur à poudre. Les secours notent l'ouverture de la porte du local lors de l'incident, ainsi que la présence d'huile sur la chaussée et dans un regard d'eaux pluviales mal entretenu et colmaté ; un débordement étant redouté, une équipe risque chimique appelée en renfort d'une ville voisine pompe 50 l d'huile dans le regard. Des agents du service de l'électricité sur place à 11h05 ne peuvent donner une information précise sur la présence ou non de PCB dans l'appareil en service depuis 1965. Des prélèvements pour analyses sont effectués. Les lieux nettoyés, l'intervention des secours s'achève vers 13h10. Par précaution, les médecins examinent 19 personnes (15 pompiers, 2 témoins et 2 gendarmes) qui feront également l'objet d'une prise de sang le lendemain matin.

La présence de PCB sera finalement confirmée à l'inspection des IC (IIC) à 17h30 ; l'huile en contient 89 g/kg, concentration supérieure aux 50 mg/kg nécessitant une dépollution des matériels contaminés. L'huile pompée et les déchets pollués récupérés par les secours sont transférés et isolés sur un site approprié. Pour prévenir toute pollution supplémentaire éventuelle liée aux PCB, des arbres proches sont abattus et une bande de sol (3 x 1,5 m) atteinte par des projections d'huile est décapée sur 40 cm avec transfert sur le site pré-cité des terres excavées et du transformateur. Le 16/07, le service de l'électricité réalise des prélèvements du revêtement de chaussée pollué, puis le fait recouvrir par une bâche, tout en informant l'IIC de la découverte par ses agents sur le transformateur d'une étiquette blanche non réglementaire (jaune contient PCB / verte n'en contient pas) de vérification datant de 2001 mentionnant la présence possible de PCB. Sur demande de l'IIC, des analyses de dioxines dans les suies sont réalisées le 17/07 (2,6 à 2,8 ng/m² < 25 ng/m² EPA). In fine, 34 des 170 kg de diélectrique n'ont pas été retrouvés : transfo. sous-rempli, pertes dans les déchets, l'environnement, combustion... ?

La présence de PCB n'étant pas connue au début des faits (mauvaise communication pompiers / exploitant), les secours n'ont pas pris toutes les précautions nécessaires lors de l'intervention : eaux de nettoyage rejetées dans le réseau, intervenants sans vêtements de protection adaptés, personnes sur les lieux (force de l'ordre, voisins) non écartées par précaution... La présence de PCB avérée, toutes les personnes exposées aux fumées de l'incendie sont placées sous surveillance.

■ ■ ■ ■ ■ ■ **ARIA 35905 - 02/09/2008 - BELGIQUE – ANVERS**

19.20 - Raffinage du pétrole

-  ■ ■ ■ ■ ■ ■ Une panne électrique se produit à 11h57 dans une raffinerie suite à un problème sur la ligne
-  ■ ■ ■ ■ ■ ■ d'alimentation électrique principale pendant une opération de maintenance. Privée d'électricité, toutes les
-  ■ ■ ■ ■ ■ ■ activités du site s'arrêtent en urgence avec activation des systèmes de sécurité automatiques. D'importantes quantités de produits sont envoyées à la torche et brûlées. Des soupapes de sécurité

s'ouvrent libérant des gaz à l'atmosphère. L'ensemble du personnel présent est évacué et seule une équipe de secours reste sur place. Les informations disponibles en salle de contrôle centrale sont partielles et dans la 1ère heure suivant la coupure générale, l'exploitant ne peut identifier les soupapes ouvertes et la nature des produits relâchés à l'atmosphère. Ces informations seront peu à peu disponibles en cours d'après-midi.

Une soupape de sécurité située à 40 m au-dessus du sol, relâche environ 70 kg d' H₂S à l'atmosphère. Un nuage se forme et atteint en 5 min une distance sous le vent d'environ 3 km, avec une concentration estimée à presque 10 ppm à 3 m au-dessus du niveau du sol. Après 20 min, le nuage a parcouru 14 km et atteint les Pays Bas. Les niveaux de concentration estimés dans le nuage varient entre 0,64 ppm au niveau du sol et 0,06 ppm au dessus du nuage à une altitude d'environ 850 m. Poussé par un vent de secteur Sud-Sud-Ouest de 45 km/h, le nuage passe au-dessus de la partie occidentale de la province du Brabant et après environ 70 min atteint la ville de Dordrecht située à 50 km au nord de la raffinerie. Les concentrations en H₂S dans le nuage sont d'environ 0,06 ppm, au-dessus du niveau de détection d'odeur.

Aucune alerte n'est émise sur la présence du nuage en raison d'une part de l'insuffisance des informations disponibles sur le site, et d'autre part de l'absence de communication entre les services de secours belges et les autorités hollandaises.

Environ 100 000 personnes, situées dans le trajet du nuage ont été potentiellement exposées. Plusieurs centaines ont été victimes de nausées et de problèmes respiratoires et 57 ont nécessité des soins médicaux.

Les services de secours néerlandais n'étaient pas opérationnels pour faire face à cette situation en raison du manque d'information sur la nature de l'évènement et sur ses conséquences possibles.

La population reproche aux autorités leur manque de réactivité dans la gestion de la crise.



Conception, surveillance et entretien des bassins de boues industrielles

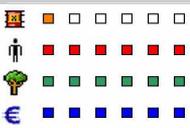


DR

Rejet massif de boue rouge d'aluminium après rupture d'un bassin de stockage

ARIA 39047 - 04/10/2010 - Hongrie - Kolontár

24.42 - Métallurgie de l'aluminium



Vers midi, un bassin de boue rouge d'un site de production d'aluminium employant 1 200 personnes rompt sur 50 m libérant 1 million de m³ de boues très basiques ; 10 personnes sont tuées et 286 blessées (brûlures chimiques et irritations oculaires) dont 121 hospitalisées. 284 habitations sont détruites et 400 personnes relogées en urgence.

Les boues comportent selon l'exploitant 40 à 45% de Fe₂O₃ donnant une couleur rouge, 10 à 15 % de Al₂O₃, 10 à 15% de SiO₂, 6 à 10% de CaO, 4 à 5% de TiO₂ et 5 à 6 % de Na₂O et une phase liquide à pH 13 représentant 30% en masse. L'académie des sciences hongroise fait état de traces de cadmium, chrome, mercure, nickel, plomb, arsenic et zinc.

Le gouvernement hongrois ordonne la fermeture de l'usine, déclare l'état d'urgence dans 3 des 19 départements du pays, interdit l'utilisation des puits, la pêche, la chasse et la consommation de végétaux. Les réserves d'eau souterraines ne sont pas polluées selon le ministre de l'Intérieur.

500 policiers et militaires en tenue de protection nettoient les rues à l'eau sous pression. 23 500 t de plâtre et 1 800 m³ d'acide acétique sont répandus dans les cours d'eaux pour abaisser le pH ; la construction de 7 barrages artificiels favorise le dépôt des effluents en suspension. Les écosystèmes de la TORNA puis du MARCAL sont entièrement détruits. Les pays riverains du DANUBE sont alertés le 5/10 au matin ; hormis une faible mortalité de poissons à Komarno (confluent du MARCAL et du DANUBE), aucun impact notable n'est décelé en aval ni en Hongrie ni dans les pays riverains.

Le 7/10, la fuite est stoppée, mais le 9/10, un village de 1 000 habitants est évacué et un autre de 5 400 habitants mis en état d'alerte suite à l'apparition d'une nouvelle fuite sur le bassin d'effluents. Une digue de protection est construite entre le 9 et le 12/10. Ce même jour, l'usine est nationalisée. La production reprend le 14/10.

Le 21/10, l'OMS recommande un suivi médical des 4 000 secouristes et le nettoyage des boues par des sociétés spécialisées pour éviter les risques de dissémination dans l'air après séchage. Elle appelle à un suivi continu des eaux de surface, de l'air, des sols et des produits agricoles pour évaluer les risques à long terme liés aux métaux lourds transportés par les boues.

1000 ha de terres décapées sur 2 cm sont dédiés à la production d'agrocarburants. Un procédé de stockage sec est mis en place dans l'usine. L'ensemble des dépôts miniers du pays est inspecté et l'organisation de leur suivi est clarifiée.

Le gouvernement évoque un remplissage excessif des bassins. Une ONG diffuse des photos datant de juin 2010 où apparaît une fuite. Les habitants déposent une plainte collective contre l'exploitant qui ne disposait d'aucun plan de secours. Celui-ci dément toute responsabilité et note des pluies exceptionnelles en 2010.

Selon une autre ONG environnementale, les rives du DANUBE comptent de nombreuses retenues de déchets dans des états d'entretien variables. En 2000, deux accidents à Baia Mare (ARIA 17265) et Bucarest (ARIA 17425) avaient entraîné des pollutions transfrontalières des fleuves TISZA et DANUBE.

Conception, surveillance et entretien des bassins de boues industrielles

Certains procédés industriels font appel à des bassins contenant de grandes quantités de boues ou d'effluents : résidus de concentration ou de transformation de minerais, de fabrication de TiO₂, de phosphogypses, fines de lavage du charbon ou de granulats concassés, résidus papetiers, cendres volantes de centrales thermiques, terres de lavage de végétaux, effluents de féculeries, sucreries et autres industries agro-alimentaires.

La combinaison du volume et de la nature des matières retenues, de leurs caractéristiques toxiques ou polluantes et de l'énergie susceptible d'être libérée en cas d'accident peut en fonction de la localisation des ouvrages générer des risques importants pour les populations voisines, les infrastructures, les biens et l'environnement. La base ARIA recense des dizaines d'accidents prenant la forme de ruptures ou d'ouvertures brutales de bassins (ARIA 327, 7470, 17425, 17265, 19535, 21970, 24363, 26764, 30815, 31750, 34592, 36208, 38590, 39857, 39979, 39983, 39993), d'effondrements en chaîne (ARIA 39857, 39983) et de fuites (ARIA 833, 11408, 25267, 32403, 39967) entraînant parfois des rejets considérables (ARIA 31750, 39979) pouvant atteindre des millions de m³ (ARIA 7202, 12831, 21970, 24363, 38590, 39047).

Le bilan humain peut être très lourd : 488 personnes ont perdu la vie à Sgorigrad (ARIA 39983), 268 à Stava (ARIA 39857), 125 à Saunders (ARIA 39979), 17 à Miliang (ARIA 31750). L'accident de Kolontár le 4 octobre 2010 (ARIA 39047) a, quant à lui, fait 10 victimes et entraîné l'évacuation de 8 villages proches.

L'activité humaine et les écosystèmes peuvent subir des dommages à moyen ou long terme. Des milieux naturels terrestres (ARIA 17265, 24363, 38590, 39047) dont des parcs nationaux ou des réserves naturelles remarquables (ARIA 12831), les eaux de surface (ARIA 327, 1625, 1722, 7202, 7470, 12831, 17265, 17425, 21970, 24363, 26764, 31750, 32403, 34592, 36208, 38590, 39047, 39993), les sols et les eaux souterraines (ARIA 12831, 17265, 39993) peuvent être considérablement affectés. La faune et la flore sont mortellement atteintes dans plusieurs cas (ARIA 1722, 7202, 12831, 17265, 39047). Des pollutions de fleuves avec des effets transfrontières ont également été enregistrées (ARIA 17265, 17425). Les boues répandues présentent parfois une toxicité élevée pour l'homme par inhalation après séchage et transport des poussières par le vent (ARIA 39047) et accumulation dans les produits alimentaires. Sont alors imposées des restrictions à la consommation d'eau (ARIA 12831, 17265, 24363, 31750, 39993) ou de produits issus de la pêche (ARIA 12831, 17265, 39047), de l'agriculture (ARIA 12831, 39047) ou de la pisciculture (ARIA 19535). Les rejets peuvent également empêcher l'exercice de certaines activités économiques (7202, 12831, 24363, 39857) et aggraver des pollutions chroniques (ARIA 17265, 17425, 39047).

L'ampleur des travaux de dépollution et l'estimation du coût des dommages à plusieurs centaines de millions d'euros montrent l'ampleur de la catastrophe d'Aznalcollar (ARIA 12831) impliquant la rupture d'un stockage de plusieurs millions de m³ de boues toxiques.

Parmi les conséquences matérielles possibles figurent également des destructions d'habitations (ARIA 30815, 31750, 38590, 39047, 39857, 39979, 39983), l'endommagement d'infrastructures routières (ARIA 38590), ferroviaires (ARIA 7470) ou de lignes électriques et canalisations de gaz (ARIA 38590).

En dépit du risque lié à la présence de bassins de stockage proches de populations importantes, plusieurs accidents laissent apparaître une absence totale de plan de secours (ARIA 17265, 31750, 39047, 39983). Ce type de disposition est pourtant nécessaire à l'organisation de l'intervention, la protection des populations et leur compréhension des dangers avant qu'ils ne se matérialisent ainsi que leur connaissance des conduites à tenir en cas de rupture et l'organisation préventive des secours.

A la suite de l'accident de Sgorigrad (ARIA 39983), les autorités ont tenté de minimiser les conséquences et de dissimuler les preuves de l'accident, mais le maire de la ville a plus tard diffusé un bilan de la catastrophe.

Les ruptures ou rejets observés résultent souvent de défaillances organisationnelles :

- lors de la conception : site d'implantation inadapté (ARIA 39967), reconnaissances insuffisantes ou défaut de conception des fondations (ARIA 12831, 39857, 39993), propriétés mécaniques des matériaux employés pour « relever » l'enceinte du bassin différentes de celles attendues (ARIA 17265, 39979) ou évoluant au cours de l'exploitation de filons miniers, dimensionnement de structure erroné (ARIA 36208, 39857) ;
- lors de l'exécution ou l'exploitation des ouvrages : remplissage au-delà de la capacité initialement prévue (ARIA 7202, 36208, 39047), mauvaise exécution des travaux de rehaussement (ARIA 833), défaut de maîtrise du régime hydrique de la retenue (ARIA 39857, 39993) notamment à la suite d'épisodes pluvieux intenses ou exceptionnels (ARIA 17425, 21970, 25267, 36208) et de la fonte des neiges (ARIA 17265, 17425) pouvant entraîner des débordements (ARIA 4446, 36208, 39967, 39979, 39983), défaillance du système de régulation (ARIA 1722, 15372), du dispositif de drainage (ARIA 39857), des chenaux de déviation des cours d'eaux naturels (ARIA 39983), tuyau traversant une partie faible (7202), travaux effectués à proximité sans mesures conservatoires (ARIA 1625), surveillance ou maintenance insuffisante de la structure (ARIA 21970, 26764, 34592, 39047, 39993) ;
- après l'arrêt de l'exploitation des bassins (ARIA 36208, 39967).

Ces défauts sont aussi à rapprocher des multiples changements d'exploitant et de personnel pouvant intervenir au cours de la longue durée de vie des ouvrages (ARIA 39857), entraînant parfois un oubli partiel ou complet de l'historique de leur construction et de leur exploitation.

Quelques accidents causés par des agressions externes – tremblement de terre, ouragan (ARIA 28364) – soulignent la nécessaire prise en compte des aléas naturels, y compris des phénomènes extrêmes, dans la conception des ouvrages.

Un nombre élevé d'accidents est lié à de mauvaises pratiques de conception et d'exploitation plus qu'à des problèmes techniques nouveaux (ARIA 833, 12831, 21970, 30815, 39857, 39979, 39993). Les connaissances géotechniques et d'ingénierie accumulées, ainsi que le retour d'expérience tiré d'accidents récents peuvent utilement être mis à profit pour améliorer le niveau de sécurité des installations : l'application des technologies disponibles avec autant de rigueur pour les bassins de stockage d'effluents que pour les barrages hydrauliques constituerait à ce titre un progrès certain. Parmi les différentes méthodes disponibles, la construction dite « par l'amont » consistant à réaliser les élévations successives vers l'intérieur du bassin en les fondant sur les matériaux décantés, présente une sensibilité particulière à la nature de ces derniers (ARIA 38590) et à l'efficacité du drainage. Les méthodes de construction « centrale » et « par l'aval » permettent de s'affranchir de ce problème au moyen d'élévations fondées seulement sur l'enceinte existante et le sol naturel à l'aval.

Des fuites ou faiblesses structurelles sont parfois détectées (ARIA 34592) sans que des actions suffisantes soient mises en œuvre (ARIA 17265, 26764, 36208, 39047, 39857), et parfois même sans aucune réaction de l'exploitant avant l'accident (ARIA 12831, 21970, 39979). La réalisation d'audits ou d'examen périodiques par des techniciens compétents et la tenue à disposition des autorités des résultats obtenus permettrait :

- une meilleure surveillance de l'état général de chaque ouvrage ;
- une appréciation de la stabilité et des marges de sécurité ;
- une adaptation continue des modalités d'exploitation intégrant les évolutions de la structure de l'ouvrage et les nouvelles techniques disponibles.

De nombreux accidents impliquent des retenues de plusieurs millions de m³ d'un seul tenant (ARIA 7202, 12831, 21970, 24363, 38590, 39967). Souvent stockés dans des bassins de grande hauteur, de tels volumes présentent un potentiel de risque significativement plus élevé que celui associé à une configuration segmentée en plusieurs capacités distinctes.

La succession en quelques années de plusieurs accidents de dimension catastrophique (ARIA 12831, 17265, 17425) a conduit à une modification de la directive 96/82/CE dite « SEVESO 2 » afin d'y inclure explicitement le traitement des minerais et les bassins de stockage qui s'y rapportent, ainsi qu'à la publication de la directive 2006/21/CE relative à la gestion des déchets de l'industrie extractive ainsi qu'à celle des meilleures technologies disponibles dans le domaine.

La conception des ouvrages intégrant l'ensemble de leur cycle de vie semble être une voie de progrès prometteuse. Elle peut se fonder sur l'établissement, dès la phase de conception, d'un dossier d'exploitation du bassin de retenue d'effluents comprenant : les procédures de surveillance et d'auscultation de l'ouvrage, leur périodicité, les actions à conduire lorsqu'une anomalie est détectée, les mesures à mettre en œuvre dans ce cas ainsi que les procédures de fermeture et d'abandon de l'ouvrage. Les mesures d'urgences s'y intégreront également utilement. Des mises à jour tout au long de la vie de l'ouvrage intégrant chaque modification qui lui est apportée favoriseront la gestion efficace des risques par les exploitants.

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

ARIA 833 - 14/12/1993 - 80 - ROYE

10.81 - Fabrication de sucre

Dans une sucrerie, une digue de retenue d'un bassin d'eaux boueuses d'une hauteur de 12 m s'affaisse et une fuite de quelques m³/h se produit à la jonction d'une rehausse de l'ouvrage. La digue est placée sous étroite surveillance en raison de la présence d'un lotissement proche. La zone pavillonnaire avait connu un déversement accidentel de vinasses en octobre 1972 (ARIA 30815). Les pompiers effectuent des plongées dans le bassin pour tenter, en vain de colmater la fuite. Une levée de terre est mise en place sur la route départementale 930 Amiens Saint-Quentin pour limiter les conséquences d'une éventuelle rupture de digue. Elle est maintenue plusieurs semaines empêchant toute circulation sur une portion de cette route. Les autorités locales imposent à l'exploitant une baisse du niveau de l'eau dans le bassin pour limiter les risques ainsi que des travaux de réfection de l'ouvrage. Le 17/12, la digue est étanchée par l'extérieur, le « butonnage » est en cours et une pompe de 800 m³/h est mise en place pour baisser le niveau du bassin concerné.

□ □ □ □ □ □ **ARIA 7202 - 19/08/1995 - GUYANA - OMAI**

□ □ □ □ □ □ *07.29 - Extraction d'autres minerais de métaux non ferreux*

 ■ □ □ □ □ □ □ Dans une mine d'or à ciel ouvert, un chauffeur d'engin détecte peu avant minuit une fuite sur l'enceinte d'un bassin de décantation d'effluents de traitement du minerai ainsi qu'une fissuration dense vers la crête de l'ouvrage. Un chenal de dérivation vers la mine à ciel ouvert construit en urgence permet de confiner 1,3 millions de m³ de liquide. 2,9 Mm³ d'effluents comportant 25 à 30 mg/l de cyanures

 □ □ □ □ □ □ rejoignent la crique OMAI, 7 km en amont du confluent avec l'ESSEQUIBO utilisé par les 18 000 habitants de la ville de Bartica à l'aval pour la pêche et l'alimentation en eau. 400 poissons sont trouvés morts dans l'OMAI, mais aucun en aval du confluent. Les débits importants des cours d'eau diluent les effluents. Des teneurs en cyanure maximales de 0,15 mg/l dans l'OMAI et 0,07 mg/l dans l'ESSEQUIBO sont observées (la limite de qualité en France pour les eaux de consommation humaine est de 0,05 mg/l). La mine est fermée. Des réservoirs d'eau potable sont acheminés sur place par le gouvernement qui fait appel à l'aide internationale. Un expert de l'OMS est dépêché sur les lieux. Les cyanures n'étant pas bioaccumulables, les risques sanitaires majeurs semblent écartés. L'OMAI est dépolluée et la mine reste fermée 6 mois le temps de sécuriser le barrage rompu et d'édifier un nouveau barrage en amont.

Le 24/08, la fuite est colmatée et l'exploitant diffuse un communiqué de presse mentionnant un retour des teneurs en cyanure observées le 23/08 en deçà de 0,03 mg/l.

Le bassin de retenue inauguré en 1993 avait été construit en conformité avec les normes canadiennes de l'époque. Sa conception avait été approuvée par le Commonwealth Secretariat consulté par le gouvernement du Guyana. Lors de la rupture, le volume d'effluents stocké était huit fois supérieur au maximum prévu par l'étude d'impact environnemental, constituant l'unique plan d'exploitation de la mine.

Le mode de rupture constaté est inhabituel : le barrage n'a pas cédé, mais son coeur argileux s'est totalement fissuré, laissant s'écouler toute la phase liquide et une très faible fraction solide. Un comité d'examen mandaté par le gouvernement constate des défauts de conception et d'exécution :

- La buse métallique en acier utilisée pour canaliser l'écoulement naturel pendant la construction du barrage a été remblayée sans disposition particulière pour empêcher les écoulements au voisinage de sa face extérieure. Elle a agi comme un drain traversant le barrage et le fragilisant.
- Les matériaux mis en oeuvre en aval du coeur étanche du barrage ne respectaient pas les critères de filtre : le remplissage rocheux était trop grossier pour empêcher la migration du filtre en sable sous l'effet des écoulements internes. Le coeur a alors subi une érosion interne entraînant une perte de matériau estimée à 2% en masse.
- Le remplissage rocheux était recouvert à l'aval d'un dépôt massif de stériles miniers solides et argileux de faible perméabilité et sans utilité structurelle.

L'érosion le long de la buse de construction a fini par entraîner une pénétration traversante du liquide retenu qui s'est accumulé dans le remplissage rocheux, entre le coeur du barrage et les stériles argileux étanches à l'aval. En présence d'eau, le filtre en sable sur lequel reposait le coeur s'est dispersé, créant une cavité. En l'absence de support, ce dernier soumis à des efforts de tension s'est fissuré.

Le barrage de remplacement est réalisé selon une méthode différente, à l'aide de matériaux argileux seulement, sans remplissage rocheux.

Le Venezuela voisin revendiquant la souveraineté sur les 159 000 km² du territoire Essequibo critique le mode de gestion des concessions minières et forestières adopté par le gouvernement du Guyana.

□ □ □ □ □ □ **ARIA 7470 - 10/09/1995 - 46 - SAINT-DENIS-CATUS**

■ ■ □ □ □ □ □ *08.99 - Autres activités extractives n.c.a.*

 ■ □ □ □ □ □ □ Dans une carrière d'extraction de quartz, la digue du bassin de décantation (largeur du pied 30 m, hauteur 4 m, largeur en crête 10 m) se rompt pour une raison inconnue. La digue est équipée d'un trop plein déversoir constitué d'un tapis en caoutchouc qui exclut un débordement du bassin. Il n'y a pas de victime. Le ballast de la ligne de chemin de fer Paris-Toulouse est emporté ; le trafic ferroviaire est interrompu durant 6 h. La rivière VERT est polluée. La digue et le ballast sont remis en état.

■ ■ ■ ■ ■ ■ **ARIA 12831 - 25/04/1998 - ESPAGNE - AZNALCOLLAR**

■ ■ □ □ □ □ □ *07.29 - Extraction d'autres minerais de métaux non ferreux*

 ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ La digue d'un bassin de stockage de déchets d'une mine de pyrite se rompt sur 50 m à la suite d'un glissement de terrain. 4 millions de tonnes d'eaux acides et 3 millions de tonnes de boues chargées en Zn, Fe, Cu, Pb et As (0,3 g/l) rejoignent le RIO AGRIO puis le GUADIAMAR, qui débordent de 200 à 300 m sur 20 km. Le flot toxique menace le Parc National de Donana, en bordure duquel les secours érigent des levées de terre. En parallèle, les autorités font construire des barrages qui contiennent l'essentiel de la pollution dans le canal d'Entremuros (des débordements inondent toutefois les zones agricoles voisines) ; une partie des polluants rejoint le delta du GUADALQUIVIR, 80 km en aval de la mine, et pollue des plages du Golfe de Cadix. L'effluent s'infiltré dans la nappe phréatique, ressource en eau principale du parc et de la ville de Séville. Les déchets contaminent 7 000 ha de pâturages et de marécages et 3 500 ha de cultures. L'accident entraîne la mort de 30 t de poissons, de dizaines de milliers d'oiseaux (oies, cigognes...), de 220 kg de crustacés, de grenouilles, de chevaux, de chèvres... Plusieurs personnes sont légèrement brûlées par les eaux acides en sauvant du bétail. La chasse, la pêche et la consommation de l'eau (irrigation, pompage d'eau potable...) sont interdites plusieurs semaines.

La décontamination dure 8 mois, 5 Mm³ de boues et 2 Mm³ de terres agricoles décapées sont récupérées et entreposées dans une ancienne mine. 4,5 Mm³ d'eau retenus dans le canal d'Entremuros sont traités par une station d'épuration et rejetés dans le GUADALQUIVIR. Les autorités mettent en place un plan de suivi et de restauration des qualités des eaux et des sols et lancent

en 2004 un programme de réimplantation de végétation sur les rives atteintes. Les travaux d'assainissement, les pertes agricoles et le rachat par les autorités des terrains contaminés représentent un coût total de 240 M€. La mine, fermée 12 mois à la suite de l'accident (500 employés au chômage technique) cesse toute activité en septembre 2001. L'accident a été provoqué par le glissement sur 1 m d'une plaque de marne de 600 m² et 14 m d'épaisseur sur laquelle reposait la digue. Des experts universitaires pointent des erreurs de conception. Un remplissage excessif des bassins est également évoqué. Plusieurs rapports d'expertise avaient déjà révélé en 1996 la fragilité du sous-sol argileux et l'instabilité de la digue. Les accidents d'Aznalcollar, de Baia Mare (ARIA 17265) et de Bucarest (ARIA 17425) conduisent à un renforcement de la législation européenne sur la gestion des déchets miniers.

       **ARIA 17265 - 30/01/2000 - ROUMANIE - BAIA MARE**

07.29 - Extraction d'autres minerais de métaux non ferreux

      Dans une usine de retraitement de stériles aurifères ouverte en mai 1999, un bassin de décantation de déchets se rompt après la formation d'une brèche de 25 m de long. 287 500 m³ d'effluents contenant cyanures (400 mg / L soit 115 t au total) et métaux lourds (Cu, Zn) contaminent 14 ha de sol et polluent la SASAR. Une "vague de cyanure" de 40 km de long déferle sur la LAPUS, la SZAMOS, la TISZA et le DANUBE. La concentration en cyanure atteint jusqu'à 50 mg/l dans la LAPUS, 2 mg/l dans la partie yougoslave de la TISZA (le 12/02) et 0,05 mg/l dans le delta du DANUBE, 2 000 km en aval de Baia Mare (le 18/02). La Roumanie, la Hongrie, la Yougoslavie, la Bulgarie et l'Ukraine sont impactées.

De fortes teneurs en cyanure sont mesurées dans des puits de particuliers. Plusieurs personnes sont affectées. La consommation de l'eau et les activités de pêche sont interdites. La faune et la flore sont détruites sur des centaines de km : 1 200 t de poissons morts sont récupérées pour la seule Hongrie et des milliers de cadavres d'animaux sont retrouvés (cygnes, canards sauvages, loutres, renards...). Rapidement prévenues, les autorités des pays en aval ont pu prévoir des mesures efficaces : lâchers de barrage, alertes des exploitants de captages d'eau potable...

Une mission d'experts européens (chimie, écotoxicologie, biologie, ingénierie de processus et de conception de barrages) mandatée par les pays touchés et accompagnée de représentants de l'OMS analyse les conséquences environnementales. Ses prélèvements en amont de Baia Mare puis en aval en Roumanie, Hongrie et Serbie établissent, 3 semaines après l'accident, la persistance de la pollution au cyanure dans les eaux superficielles des petites rivières (SASAR, LAPUS et SZAMOS) et sa dilution dans les cours d'eau de plus fort débit (TISZA et DANUBE). L'impact de la pollution sur les teneurs en métaux lourds dans les sédiments est difficile à établir en raison d'une pollution chronique liée aux activités extractives et métallurgiques locales.

La mission recommande à l'exploitant d'opter pour un traitement sans cyanure, de prévoir des dispositifs de rétention de secours, de réaliser une analyse des risques et de revoir les plans d'urgence en cas de rupture. Elle invite également les états affectés à mettre en place un système de suivi continu et de détection des pollutions du DANUBE, ainsi qu'un dispositif de communication entre gouvernements et d'information rapide des populations. Une mission française est chargée d'évaluer les conséquences à long terme.

Des défauts de conception du barrage (proportions trop importantes de matériaux fins), de mauvaises conditions météorologiques (de fortes précipitations et la fonte des neiges ont provoqué une montée des eaux dans le bassin et un détrempeage des composants de la digue qui l'a fragilisée) et des défaillances organisationnelles (absence de mesure de transvasement des effluents) ont conduit à l'accident. Les causes de l'importante mortalité piscicole ne sont pas clairement établies, une trop grande quantité de javel ayant pu être utilisée pour neutraliser le cyanure.

A la suite de l'accident, l'exploitant met en place une station de traitement des effluents cyanurés et un bassin tampon de 250 000 m³ pour recueillir le trop-plein du bassin de décantation avant neutralisation et rejet au milieu naturel. L'exploitation reprend le 13/06 avec l'autorisation du gouvernement

       **ARIA 24363 - 29/03/2003 - BRESIL - CATAGUAZES**

17.11 - Fabrication de pâte à papier

      A la suite de la rupture d'un bassin de stockage des eaux de rejets d'une usine de recyclage de papier, 1,2 Mm³ de substances hautement toxiques (plomb, soude caustique...) sont déversés dans 2 fleuves. La nappe de produits s'étend sur 90 km de long et 50 km² vers l'océan et menace une réserve écologique de tortues marines. Une mousse épaisse blanchâtre et nauséabonde recouvre les plages du littoral nord

de l'Etat de Rio. Les substances toxiques et corrosives relâchées causent la mort de poissons, de bétail, et endommagent les moteurs des bateaux de pêche. En raison du risque d'intoxication des habitants, l'approvisionnement en eau potable est interrompu dans la région : 600 000 personnes sont approvisionnées par camions-citernes.

Le site est fermé. L'exploitant en fuite, déjà condamné en 1995 pour pollution et fonctionnement illicite de l'usine, doit payer une première amende de 15 M\$. L'impact sur l'environnement, la santé des habitants et l'économie est très important. Les biologistes annoncent un délai minimal de 10 ans pour que l'écosystème retrouve son équilibre.

       **ARIA 26764 - 20/03/2004 - 11 - NARBONNE**

24.46 - élaboration et transformation de matières nucléaires

      Vers 11h30, des particuliers inquiétés par un bruit inhabituel alertent une usine produisant du tétrafluorure d'uranium à partir de minerais uranifères : la destruction sur 180 m de long et 15 m de haut de la digue est du bassin de lagunage et d'évaporation n°2 entraîne la libération de la totalité du liquide retenu et la phase solide n'est plus confinée. 15 000 m³ d'eaux de procédé et 10 000 m³ de boues riches

en nitrates (ammonium, calcium) et en hydroxydes métalliques (Fe, Mg, Mo, V) se déversent dans un champ d'une dizaine d'ha appartenant à l'exploitant sans atteindre le canal de TAURAN ni sortir du site. L'essentiel du rejet se concentre sur 4 ha couverts de 30 à 40 cm de matière, au pied des bassins 3, 5 et 6.

Les fabrications sont stoppées. L'inspection des installations classées constate les faits sur place le jour même. L'exploitant entreprend le 22/03 la construction d'un merlon ceinturant la zone impactée afin d'éviter la lixiviation des boues, l'écoulement vers le canal de TAURAN et l'aggravation de l'impact environnemental.

Un arrêté préfectoral du 23/03 impose la suspension immédiate de tout rejet d'effluents vers les bassins, le confinement du bassin endommagé, une surveillance renforcée du milieu naturel et des eaux superficielles et souterraines, une expertise de la stabilité des bassins et la remise d'un rapport d'accident. Le dispositif temporaire de retenue des boues du bassin n°2 comprend, en plus du premier merlon, un second perméable à l'eau mais retenant les boues en contrebas du bassin n°2 et un fossé de collecte des eaux filtrées au travers des merlons avec renvoi par pompe vers les bassins intègres.

Le rejet occasionne une baisse importante des pressions hydrauliques exercées par le contenu du bassin n°2 sur l'enceinte du bassin n°3. Cette variation soudaine menace la pérennité de ce dernier et des bassins n°5 et 6 qui lui sont contigus. Un service administratif spécialisé dans le suivi des barrages, ainsi que 2 bureaux d'étude expertisent la stabilité de l'ensemble. Le suivi

des bassins n°3, 5 et 6 par 3 levées topographiques hebdomadaires (16 plots), complétés par des inclinomètres sur la crête des digues, le contrôle visuel de l'évolution des fissures et des relevés piézométriques dans les ouvrages ne met en évidence aucun mouvement préjudiciable.

Les analyses physico-chimiques commandées par l'exploitant établissent une élévation du taux de nitrates dans le canal de TAURAN avec un maximum de 170 mg/l le 23/03 avant retour à la valeur nominale de 50 mg/l le 29/03, niveaux jugés peu préjudiciable pour l'environnement. Les teneurs en métaux lourds (dont l'uranium) sont comparables à celles observées en exploitation normale du site. Les analyses radiologiques en limite de parcelle relèvent des doses équivalentes annuelles générées par les boues de 1 mSv. Le 26/03, l'exploitant isole physiquement les zones accessibles au public situées au voisinage de la limite de propriété.

Fin mars, l'exploitant traite la surface polluée à la chaux. Les boues et sols pollués sont ensuite raclés et placés en dépôt définitif dans le bassin n°1. Le 31/03, un arrêté préfectoral autorise la reprise de l'activité après 12 jours d'arrêt. Les impacts environnementaux étant limités dans l'espace et le temps, aucune suite judiciaire n'est proposée.

La présence de fuites latérales sur le corps de digue constitué de stériles d'une ancienne exploitation de soufre avait été observée depuis 1980, donnant lieu à l'implantation d'un réseau de drains et de piézomètres. Des études d'impact sur les eaux superficielles et souterraines réalisées en 1991 et 1992 à la demande de l'exploitant avait établi une perméabilité partielle du fond des bassins n°1 et 2 nécessitant de compléter le réseau de surveillance piézométrique. Un nouveau rapport d'étude de mars 1998 ayant évalué les rejets d'eau nitrée (77mg/l) de ces bassins vers le canal de CADARIEGE voisin à 10,5 m³/j, l'exploitant avait dévié ce dernier dans le canal de TAURAN pour enrayer la pollution chronique des eaux de surface.

Une fissuration profonde des boues du bassin n°2 due aux chaleurs intenses de l'été 2003 et aux fortes pluies automnales aurait permis l'infiltration des eaux du bassin dans le corps de la digue entraînant sa saturation et l'élévation de la pression interstitielle conduisant à la rupture de l'ouvrage. L'exploitant avait constaté l'apparition d'une fissure longitudinale de 15 m de long en crête de la digue est du bassin n°2 le 15/03 et en avait informé un bureau d'étude qui, redoutant une instabilité d'ensemble de l'ouvrage, n'avait pas encore remis ses conclusions au moment de la rupture.

ARIA 28364 - 29/09/2004 - ETATS-UNIS - LAKELAND

20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

Lors du passage de l'ouragan Jeanne, 30 cm de pluie s'abattent sur une usine d'engrais et provoquent le débordement de 15 000 m³ d'eaux de process faiblement chargées en acide phosphorique. Le trop-plein se déverse dans le bassin adjacent contenant les eaux de pluie et atteint les fossés et puits d'anciennes mines de phosphate situées autour du site. Les employés construisent des barrages et tentent de contenir et de neutraliser la pollution avant qu'elle ne rejoigne la PEACE RIVER. Des prélèvements réalisés dans un rayon de 4 km autour de l'usine ne montrent pas de concentrations significatives en acide. Un responsable du service de protection de l'environnement de Floride (Florida Department of Environmental Protection) annonce que la pollution est contenue et que toute atteinte à l'environnement est évitée. Les autorités craignent cependant que des effluents acides aient emprunté une canalisation de drainage des mines non obturée.

Avant l'accident, le niveau des eaux de process était élevé en raison du passage des ouragans Charley et Frances dans les mois précédents. L'exploitant a été impliqué dans un autre accident au cours du même mois.

A Riverview, trois semaines auparavant, 265 000 m³ d'eaux acides s'étaient déversés dans un ruisseau menant à Hillsborough Bay à la suite d'une rupture de digue. L'organisme gouvernemental de l'environnement envisage de renforcer la réglementation de la gestion des stocks de gypse et des eaux de ruissellement.

ARIA 31750 - 30/04/2006 - CHINE - MILIANG

07.29 - Extraction d'autres minerais de métaux non ferreux

      Près de Miliang dans la province de Shaanxi, la digue d'un bassin de stockage de stériles d'une mine d'or se rompt libérant des eaux chargées en cyanure de potassium (KCN) dans la HUASHUI qui est polluée sur plus de 5 km. Les flots provoquent un glissement de terrain qui détruit une vingtaine de maisons au pied de la digue et fait 17 disparus. Les quantités de KCN déversées ne sont pas connues.

      Les teneurs en produit dépassant les critères nationaux, les autorités locales demandent aux riverains de ne pas boire l'eau de la rivière et à 5 villes en aval de contrôler la qualité de l'eau et d'organiser l'approvisionnement des habitants concernés. Selon les responsables de la mine, la recherche des disparus ne commence que 5 jours après la lutte contre la pollution du cours d'eau. De la chaux et de la javel sont déversés pour tenter de réduire la concentration en cyanure par oxydation en cyanates.

ARIA 36208 - 23/04/2009 - 11 - SALSIGNE

07.29 - Extraction d'autres minerais de métaux non ferreux

      Deux glissements de terrain se produisent sur les flancs d'un bassin de rétention de 600 000 t de déchets ultimes d'une ancienne mine d'or, en amont du GOURG PEYRIS, affluent du RIEUSSEC qui se jette dans l'ORBIEL. La digue de retenue est éventrée sur 25 m en deux endroits, laissant les matériaux solides à forte teneur en arsenic, cyanure, plomb et autres métaux lourds affleurer à l'air libre.

      Le bassin disposant d'un fond étanche (géotextile), les résidus miniers (recouverts de terre végétalisée pour éviter leur dissémination par le vent) se sont gorgés d'eau au cours de fortes pluies. Le contenu du bassin s'est alourdi jusqu'à dépasser la capacité de résistance du massif et entraîner les glissements de terrain.

      Pendant les dernières années d'exploitation de la mine, le bassin a été rehaussé de plusieurs mètres au-dessus de son niveau originel. Une digue avait également été construite en contrebas pour stopper les éventuels glissements de terre, puis élargie à la suite de mouvements de terrain.

L'exploitation du complexe d'extraction et de traitement du minerai a cessé définitivement en 2004. Une convention passée en juillet 2010 entre l'exploitant et l'Etat attribue à ce dernier la propriété de certains des terrains les plus pollués ainsi que la responsabilité de dépolluer le site, moyennant une contribution substantielle de l'exploitant. Les travaux de réhabilitation du site ont été conduits par l'ADEME entre 1999 et 2008 pour un montant voisin de 50 Meuros.

80 ans d'activité minière sur le site ont occasionné une pollution durable à l'arsenic (ARIA 4446, 25267) des sols et de l'ORBIEL dont l'eau est impropre à la consommation (20 communes concernées). La commercialisation du thym et les légumes-feuilles a également été interdite dans 5 communes.

ARIA 38590 - 22/12/2008 - ETATS-UNIS - KINGSTON

35.11 - Production d'électricité

      Vers 1h du matin, un bassin de rétention de cendres de charbon d'une centrale thermique rompt. 4,1 Mm³ de boues (cendres et eau) se répandent sur 1,6 km² sur une épaisseur atteignant 1,8 m. L'étang SWAN, les rivières EMORY et CLINCH affluents du TENNESSE ainsi que le barrage de WATTS BAR sont pollués. La vague de boue endommage des lignes électriques, une conduite de gaz, une route et 54

maisons dont 12 sont entièrement recouvertes et 1 arrachée de ses fondations. Une personne est légèrement blessée. La production d'énergie n'est pas interrompue, les déchets étant stockés dans un bassin demeuré intact.

Les réseaux sont rétablis dans les jours suivants. Les cendres, considérées par les lois locale et fédérale comme des « déchets non-dangereux » sont principalement composées de silice et comportent des traces de métaux et de radionucléides. L'exploitant ensemeble les zones couvertes de rejets pour éviter la dispersion par voie éolienne. Le 01/01/2009, un laboratoire indépendant décèle dans l'eau prélevée au droit du rejet, à 600 m et à 2 400 m en aval, des teneurs en métaux (As, Cu, Ba, Cd, Cr, Pb, Hg, Ni, Tl) au-delà des seuils pour la consommation humaine.

Le 11/05/2009, un accord entre l'exploitant et l'agence fédérale de l'environnement (EPA) précise les modalités de dépollution. Du fait d'impacts à long terme redoutés sur la santé et l'environnement, 3,1 M m³ de cendres sont extraits, évacués par rail et mis en dépôt à Arrowhead (Alabama) et une enceinte résistante aux séismes est construite autour du bassin endommagé. Le coût total est de 975 M\$ selon l'exploitant. Pendant les travaux, la qualité de l'air et de l'eau fait l'objet d'un suivi serré (respectivement 142 000 et 20 000 prélèvements en 1 an).

Un bureau d'étude international mandaté début janvier 2009 rend ses conclusions d'expertise le 25/06/2009. Le bassin comportait une enceinte extérieure fondée sur l'argile en place et remplie de cendres par le passé, complétée par une enceinte intérieure construite par relevages successifs par la méthode « vers l'amont », 70 m en retrait à l'intérieur de la première. Ce nouvel ouvrage reposait donc sur les cendres déposées initialement sous forme liquide dans l'enceinte extérieure. L'analyse géotechnique in situ a établi la présence d'une fine couche de boues atypiques localisée à la verticale d'une partie de l'enceinte intérieure et comprise entre l'argile naturelle (dépôt alluvionnaire dans le lit de la rivière) et les cendres rapportées. Ces boues proviennent du rejet direct des cendres via un chenal dans l'EMORY au cours des premières années d'exploitation de la centrale. Un dépôt stratifié de cendres et de sédiments fluviaux aux très mauvaises caractéristiques mécaniques (forte teneur en eau, faible résistance au cisaillement et sensibilité au fluage) s'est formé sur une partie de l'emprise des futurs bassins de rétention sur une épaisseur de 9 cm. Sa déformation progressive lors du remplissage du bassin a conduit à la rupture : un glissement de la partie nord-ouest du corps de l'enceinte intérieure le long d'une surface de rupture plongeant à l'amont de l'enceinte intérieure, traversant les 30 m de cendres retenues, atteignant la couche de boue sous-jacente et la longeant au dessous du corps de l'enceinte intérieure avant de remonter vers la surface entre les enceintes intérieure et extérieure provoquant la libération de boues liquéfiées et la ruine d'ensemble.

Des fuites constatées par l'exploitant en pied d'enceinte intérieure lors de l'inspection annuelle de 2003 avaient donné lieu à des réparations des instabilités locales et à la mise en place d'un drainage complet du corps de l'enceinte. A la suite d'une nouvelle instabilité en novembre 2006, le dispositif avait été complété par des drains en pied, des puits de drainage, un renforcement de la base de l'ouvrage en enrochement et 30 piézomètres.

En août 2009, l'exploitant envisage le stockage des déchets de cette centrale sous forme sèche dans l'avenir, technique qu'il emploie déjà dans 5 autres sites. Il réalise un audit sur la sécurité des autres centrales de même conception qu'il possède.

Le 30/11/2009, un comité d'experts mandaté par l'état du Tennessee souligne le manque d'études de conception au cours des relevages des bassins ainsi que la mauvaise connaissance des caractéristiques des matériaux et du fonctionnement de l'ouvrage par l'exploitant. Il recommande l'abandon de la construction par l'amont, l'application aux bassins de stockage d'effluents de la réglementation des barrages hydrauliques et estime par ailleurs assez efficace la mise en oeuvre du plan de secours.

L'exploitant a communiqué rapidement par voie de presse à la suite de l'accident. Il a entre février et décembre 2009 racheté 150 parcelles touchées.

ARIA 39857 - 19/07/1985 - ITALIE - STAVA

 **08.99 - Autres activités extractives n.c.a.**

 Vers 12 h, 2 bassins de retenue de stériles issus de l'extraction de fluorite hauts de 30 m et situés l'un au-dessus de l'autre se rompent. Une vague de 180 000 m³ d'effluents contenant 95 % d'eau déferle dans la vallée jusqu'à la rivière AVISIO, englobant en quelques minutes les villages de Stava et de Tesero, tuant 268 personnes et causant des dommages estimés à 155 Meuros.

 Une commission d'experts chargée par la justice d'établir les causes de l'accident étudie et écarte les hypothèses du déclenchement par un tremblement de terre ou un tir d'explosif dans l'une des nombreuses mines de la région.

En fonctionnement normal, l'eau contenue dans les stériles du bassin est collectée en son entre pour y être évacuée par un dispositif de drainage. La phase granulaire à la périphérie consolide alors et renforce l'enceinte. A Stava, l'évacuation était assurée par une canalisation située sous les bassins et traversant le corps de l'enceinte de rétention. La commission d'experts met en évidence un affaissement ayant entraîné le détachement de l'extrémité d'un tuyau de cette canalisation au niveau d'une ancienne réparation (bypass). Cette défaillance du système de drainage n'a pas permis la bonne évacuation de l'eau et a entraîné une montée en charge hydraulique dans le corps du mur d'enceinte conduisant à son effondrement. Le défaut remontait probablement à plusieurs mois avant l'accident : une brèche s'était formée sur la paroi latérale du bassin supérieur en janvier 1985, entraînant une fuite réparée en mars. Les bassins avaient été entièrement vidés en mai pour travaux de réfection et remis en service le 15 juillet, 4 jours avant l'accident.

La pluviosité record cette année-là (+22% par rapport aux 66 années précédentes) et l'enneigement très important de l'hiver précédent ont contribué à l'apparition de l'accident. Ils n'en constituent cependant pas la cause principale, des désordres ayant été observés dès janvier, avant la fonte des neiges et la chute de l'essentiel des précipitations.

L'enquête révèle également des erreurs de conception : pente trop importante des parois (pouvant atteindre 40°), sol de fondation trop marécageux pour permettre un bon drainage et une consolidation des murs assurant la stabilité requise. Un membre de la commission d'experts déclare que l'ouvrage « a été construit à la limite de sa capacité à rester stable. Il suffisait de la moindre perturbation pour qu'il s'effondre. [...] Il est même surprenant que le barrage n'ait pas cédé plus tôt. ». Une étude demandée par la municipalité de Tesero en 1975 avait établi l'insuffisance des coefficients de sécurité réels des bassins.

En 1992, la cour suprême de justice de Rome confirme en seconde instance la culpabilité pour négligence criminelle et homicides involontaires et la condamnation à des peines de prison de 10 personnes dont 8 responsables des compagnies qui ont exploité le site depuis la construction du bassin supérieur et 2 membres du conseil régional chargé de la sécurité des mines. En 2004, 132 Meuros ont été versés aux 739 victimes par certains des exploitants successifs et la province autonome de Trento à titre de dédommagement.

Suite à l'accident, la législation italienne sur les bassins de stériles a été durcie et la mine de Stava a été définitivement fermée.

ARIA 39967 - 11/09/2002 - PHILIPPINES - SAN MARCELINO

07.29 - Extraction d'autres minerais de métaux non ferreux

Le 27/08, des pluies intenses provoquent le débordement de deux bassins de retenue d'effluents d'une mine de cuivre et d'argent exploitée entre 1980 et 1997 et abandonnée à cette date. Les ouvrages présentent une hauteur de 120 m et une capacité totale de 110 millions de m³ de stériles consolidés. Une inspection constate le débordement des déversoirs et l'érosion

qu'ils ont subie, ainsi que le rejet d'effluents dans le lac MAPANUEPE et la rivière SAINT-THOMAS en aval.

Le 5/09, le service de l'environnement et des ressources naturelles (DENR) qualifie d'improbable la rupture soudaine des 2 barrages et estime, dans ce cas, le lac de MAPANUEPE capable de supporter la surcharge occasionnée par la libération d'un volume d'eau maximal estimé à 9 M m³.

Le 11/09 à 13h, une fuite apparaît au niveau des déversoirs endommagés et cause le rejet de boues en volume limité. 250 familles de 3 villages voisins sont évacuées par précaution, suivies de 750 autres le 12/09 en raison de pluies incessantes. L'exploitant fait appel aux moyens lourds de pompage d'une autre entreprise minière pour évacuer l'eau du bassin et engage des travaux de réparation.

Des pluies de forte intensité observées durant les mois de juillet et août sont à l'origine d'une augmentation du volume d'eau dans la retenue supérieure à la capacité d'évacuation par les déversoirs. La mine avait été abandonnée 3 ans avant la date initialement prévue en raison d'instabilités de versants et d'inondations annuelles.

 □ □ □ □ □ □ **ARIA 39979 - 26/02/1972 - ETATS-UNIS - SAUNDERS**

05.10 - Extraction de houille



■ ■ ■ ■ ■ ■

Le bassin n°3 d'une mine de charbon se rompt et libère 500 000 m³ de boues de charbon (eau, poussières, argile, charbon de qualité inférieure et impurités) qui emportent les bassins n°2 et n°1. Une vague de 10 m de hauteur déferle sur 16 hameaux. 125 des 5000 habitants sont tués, 1 120 sont blessés et 4 000 sont sans-abris. 507 maisons, 44 mobil-homes et 30 commerces sont détruits.



□ □ □ □ □ □



□ □ □ □ □ □

Des précipitations tombées pendant plusieurs jours précédant l'accident ont provoqué l'élévation du niveau d'eau dans les bassins et la mise en place par l'exploitant de relevés périodiques de niveau toutes les 2 heures sans toutefois déclencher l'évacuation des populations situées en aval. À 8 h le 26/02, un opérateur constate que le niveau d'eau a atteint la crête du barrage n°3. Celui-ci, dont l'enceinte est gorgée d'eau, cède à 8h05.

Le bassin n°3 était fondé sur des boues de charbon et non sur un sol présentant des caractéristiques géotechniques suffisantes. En 1967, le ministère fédéral de l'intérieur avait signalé aux autorités de l'Etat de Virginie Occidentale l'instabilité et la dangerosité que présentaient 30 barrages situés dans cet Etat, dont celui-ci (Buffalo Creek). Cette étude avait été menée après l'accident d'Aberfan qui avait tué 147 personnes en 1966 au Royaume Uni. Le bassin de Buffalo Creek, construit antérieurement au « federal Coal Mine Health and Safety Act » n'aurait pu être construit après promulgation de celui-ci.

En juin 1978, l'exploitant a versé 18,3 M\$ aux survivants et 1 M\$ à l'État de Virginie Occidentale à l'issue d'une procédure d'arbitrage (transaction entre les parties sans tenue d'un procès).

 □ □ □ □ □ □ **ARIA 39983 - 01/05/1966 - BULGARIE - SGORIGRAD**

07.29 - Extraction d'autres minerais de métaux non ferreux



■ ■ ■ ■ ■ ■



■ ■ ■ ■ □ □



□ □ □ □ □ □

Vers midi, le bassin de stockage de résidus de flottation d'une mine de plomb, zinc, cuivre et argent s'ouvre et libère 450 000 m³ de boues qui tuent 488 personnes en déferlant sur le village de Sgorigrad en contrebas puis sur 7 km jusqu'à Vratza dont la place centrale est couverte de 20 cm de boues. Un nouveau bassin est construit sur le versant opposé de la vallée et la mine est exploitée jusqu'en 1996.

Le bassin avait été construit en même temps que l'usine de flottation en 1960 en barrant une vallée à l'aide de stériles miniers. Le cours d'eau coulant en fond de vallée avait été dévié et canalisé. De fortes pluies combinées à la rupture du canal de dérivation du cours d'eau naturel (sans qu'un lien direct de cause à effet n'ait été établi) sont à l'origine du débordement du bassin qui a rapidement causé sa ruine par érosion.

Dans les jours qui suivent l'accident, les autorités soviétiques établissent un bilan de 107 victimes et tentent de limiter la circulation de l'information en donnant l'ordre à la police de confisquer les clichés de la catastrophe. 40 ans plus tard, le maire de Sgorigrad fait état de 488 victimes.

 ■ □ □ □ □ □ **ARIA 39993 - 16/07/1979 - ETATS-UNIS - GALLUP**

07.21 - Extraction de minerais d'uranium et de thorium



□ □ □ □ □ □



■ ■ ■ ■ ■ □



□ □ □ □ □ □

Dans une mine d'uranium, un bassin de rétention d'effluents se rompt. L'enceinte de rétention qui l'entoure cède à son tour et libère 370 000 m³ de solution et 1 100 t de matière pulvérulente radioactives. L'activité des éléments libérés (principalement du thorium 230 et du radium 226) se monte à 46 Curie (1 700 Gbq). Elle est comparable à celle relâchée la même année lors de l'accident de Three Mile Island. La

phase solide se dépose gravitairement à proximité sur la parcelle de l'exploitant et dans la rivière ARROYO voisine. Le liquide s'écoule jusqu'à rejoindre le RIO PUERCO. 110 km de cours d'eau dont 45 situés dans l'État voisin d'Arizona sont contaminés. La coulée sature des réseaux d'égouts et laisse derrière elle des mares contaminées.

Malgré la mise en oeuvre du plan d'urgence de l'État du Nouveau Mexique incluant de nombreux prélèvements sur site, la prise de conscience par la population n'a pas été immédiate : dans les 2 jours suivant l'accident, plusieurs personnes sont victimes de brûlures aux pieds après avoir pataugé dans la rivière du fait de la forte acidité de la solution rejetée. La presse mentionne une mortalité de bétail. Des aquifères sont également pollués à long terme par des concentrations élevées en métaux.

3 500 fûts de déchets sont récupérés. Après remise en fonctionnement du bassin, l'activité est suspendue sur ordre de l'Etat du Nouveau Mexique du 8 au 13/11 en raison du non respect de la largeur minimale de la plage (éloignement entre le liquide et le corps du barrage).

Un approvisionnement par camion est assuré jusqu'en 1981 notamment pour l'alimentation du bétail et l'irrigation. L'eau de la rivière est ensuite utilisée à nouveau en dépit de la contamination résiduelle. La mine est fermée en 1982 et inscrite en 1983 dans la liste des priorités nationales de l'agence fédérale de protection de l'environnement (EPA) en raison de la migration de radionucléides et de composés chimiques relevée dans les eaux souterraines.

En janvier 1980, la commission fédérale de régulation nucléaire (Nuclear Regulatory Commission) attribue dans une publication au registre fédéral la rupture à une erreur de conception (mauvaise évaluation de l'amplitude et de l'hétérogénéité des tassements des matériaux alluvionnaires sur lesquels étaient fondés l'ouvrage) ayant entraîné des tassements différentiels et la fissuration du barrage aggravée par un défaut d'exploitation, l'exploitant n'ayant pas maintenu un éloignement suffisant entre la phase liquide contenue dans le bassin et le corps du barrage, ce qui a affaibli ce dernier par remplissage des fissures et saturation du matériau.

Un accord conclu en 1988 entre l'EPA et l'exploitant contraint ce dernier à réaliser des travaux de réhabilitation. Les eaux de 3 nappes souterraines peu profondes, polluées par les résidus de stériles acides, des sulfates, du thorium, du radium et du fer sont pompées à l'aide de puits existants et additionnels puis envoyées vers des bassins d'évaporation. Les cellules du bassin d'effluents miniers sont recouvertes d'une membrane pare-radon. Ce procédé ayant permis de limiter la migration des polluants dans l'eau, mais pas d'abaisser suffisamment les teneurs constatées est redéfini en 2008. Des procédés de dépollution faisant appel à l'injection massive d'eau et à son pompage ultérieur sont à l'étude en 2011.



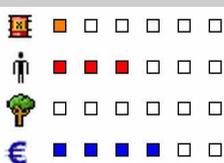
Redémarrage des installations fonctionnant au gaz



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

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

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 détenteur (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 défectueuse 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 - Septembre 2008

Les accidents dont le n° ARIA n'est pas souligné sont consultables sur
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 dépoussiérage 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 m³ de gaz dans la chaudière à la suite de la non-fermeture de l'alimentation d'un brûleur de soutien (300 m³/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 m²), 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 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 Mm² 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 Nm³ 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 m² 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 m². 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 m². 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 télésurveillance. 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^{ère} 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 m³, pour chauffage bâtiment

administratif + hall empiquage, alimentation directe depuis hall empiquage) 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 1,7m³ 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

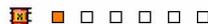
 Une explosion se produit vers 18h40 dans un complexe pétrochimique portuaire, situé sur la côte et comprenant 6 unités de traitement de gaz et d'hydrocarbures ; 12 000 personnes travaillent sur ce site qui est en partie alimenté par du gaz et du pétrole en provenance du Sahara.

 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 ministre de l'intérieur, le préfet local ("wali") déclenche l'équivalent du PPI. Les secours doivent lutter environ 8 h pour maîtriser l'incendie.

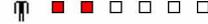
Le bilan final est très lourd: 27 victimes parmi les employés dont 9 gardiens ou agents de sécurité situés dans un poste proche et 74 blessés (dont 43 sortiront le lendemain après examens). La plupart des décès est liée aux effets de surpression ou de projection et effondrements de structures.

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**

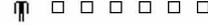
35.2 - Production et distribution de combustibles gazeux

 Une entreprise de travaux publics qui effectue des travaux de terrassement avec une pelle mécanique,  accroche le branchement d'une chaudière 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 chaudière, 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 chaudière. 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 chaudière. La chaudière, 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 (NH₃) 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 Nm³/h). Les conséquences matérielles concernent l'environnement direct du turbocompresseur : cablages 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 CO₂ au niveau de la colonne de décarbonatation de l'unité de production de NH₃ 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 NH₃ 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...



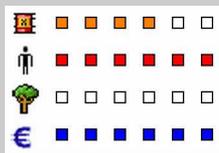
Accidents ferroviaires en milieu urbain



Déraillement de wagons de GPL suivi d'une explosion (UVCE) et d'un violent incendie

ARIA 36464 - 29/06/2009 - Italie - Viareggio

49.20 – Transport ferroviaire de fret



Peu après la traversée d'une gare à 90 km/h vers 23h45, le conducteur d'un convoi de 14 wagons de 110 m³ (45 t) de gaz de pétrole liquéfié (GPL) ressent une secousse et constate le déraillement de 5 citernes qui se couchent sur le côté. Il actionne le frein d'urgence, arrête la motrice, replie le pantographe et court trouver refuge vers la station distante de 200 m.

Sans doute après avoir percuté un obstacle sur le bas-côté ou un aiguillage, le 1er wagon se déchire sur 40 cm de long et 2 à 5 cm de large, entraînant une fuite de GPL et la formation d'un nuage dense qui explose (UVCE) après avoir atteint des habitations proches. Un violent incendie embrase les lieux ; 2 autres explosions sont entendues un peu plus tard, un violent incendie faisant également rage sur les lieux même du déraillement. L'état d'urgence est déclaré dans la région, plus de 300 pompiers interviennent, d'importants moyens nationaux et régionaux sont mobilisés. Les incendies seront éteints à l'aube, le refroidissement des citernes et le déblaiement des lieux se poursuivant dans la journée. Des unités spécialisées se relaient ensuite pour vider les wagons avant de les relever avec une grue et de les évacuer. L'intervention s'achève 48 h plus tard.

A la suite de ce sinistre 32 victimes sont à déplorer, certaines personnes décédant plusieurs jours après la catastrophe, ainsi que 50 blessés dont 30 grièvement atteints. Dans un rayon de 200 à 300 m, une villa et 2 immeubles sont détruits, 4 autres sont très endommagés avec l'effondrement d'une partie de leurs appartements et 100 personnes sont relogées. Des vitres sont brisées dans une zone plus vaste encore, 1 100 personnes ont été évacuées pour des raisons de sécurité. Plusieurs véhicules ont brûlé et les rails sont déformés par la chaleur. Les dommages sont évalués à 32 M €.

Le déraillement résulterait de la rupture par fatigue d'un axe du chariot du 1er wagon du convoi. Parallèlement à l'enquête judiciaire, l'entreprise ferroviaire (« tractionnaire ») effectue des investigations pour déterminer les causes et circonstances de l'accident. Le wagon de tête et les suivants appartenaient respectivement à des entreprises ferroviaires polonaise et allemande. Mis en service en 2003 et 2006, ils avaient passé des contrôles réglementaires nécessaires en mars 2009 et devaient être révisés en décembre 2009. Certaines sources reprises dans la presse évoquent par ailleurs un manque d'entretien de ces derniers dont les essieux étaient rouillés.

Ce sinistre est le plus grave connu en Italie mettant en cause le transport ferroviaire de marchandises dangereuses et l'un des accidents majeurs répertoriés dans ce pays impliquant la production et le transport de GPL. Les premiers éléments de retour d'expérience mettent en lumière plusieurs insuffisances dans :

- l'identification et l'évaluation des événements accidentels, des analyses de sécurité et du risque résiduel (Cf. directive SEVESO pour les installations fixes), ainsi que dans la planification et l'actualisation des techniques et / ou solutions de gestion pour la réduction des risques. La grande vitesse des wagons à proximité d'une gare (forte densité de trafic + milieu urbain) semble être l'une des principales lacunes en matière de sécurité ;
- l'identification des équipements soumis à inspection et concernant les procédures d'entretien. La maintenance des véhicules et notamment le test régulier des essieux des wagons ferroviaires et autres matériels roulants constitue sans aucun doute l'un des autres facteurs à retenir dans les causes profondes de l'accident (rupture par fatigue) ;
- la définition des responsabilités, des ressources et la planification des activités. Les responsabilités des différents acteurs concernés en matière de gestion des wagons et des contrôles à effectuer n'étaient pas clairement définies.

Un groupe de travail sur l'entretien des wagons de marchandises mis en place par l'Agence Ferroviaire Européenne (ERA) conclue à la nécessaire harmonisation des différents régimes d'entretien existants en Europe.

Accidents ferroviaires en milieu urbain

En France, les trois quarts du tonnage total des marchandises dangereuses transportées le seraient par la route, 15 % par le fer et 3 % par voie fluviale, le transport par canalisation représentant une part très faible. En 2009, 13,8 millions de tonnes (Mt) de marchandises dangereuses auraient ainsi été transportées par le fer (79,4 Mt / route) , soit 17 % du fret ferroviaire ; transport effectué 3 fois sur 4 par trains entiers, 95 % des wagons étant des wagons-citernes qui ont véhiculé 6 Mt de matières liquides inflammables, 5,2 Mt de produits chimiques divers et 2,6 Mt de gaz comprimés, liquéfiés ou dissous sous pression.

En matière de prévention, la loi du 30 juillet 2003 a introduit l'obligation pour les gestionnaires d'infrastructures de transport (gares de triage, parkings de stationnement routier, ports maritimes et fluviaux) accueillant une grande quantité de marchandises dangereuses de réaliser des études de dangers. Un décret du 3 mai 2007 a précisé les conditions d'application de la loi, amenant ainsi le délai légal pour la remise de ces études de dangers au mois de mai 2010. Ce décret définit notamment les seuils à partir desquels une étude de dangers est requise.

Ce dispositif a été complété par la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 dite « Grenelle 2 » (art. 218) qui donne au Préfet des pouvoirs de police supplémentaires permettant de sanctionner la non remise d'une étude de dangers et, le cas échéant, d'imposer des mesures d'aménagement et d'exploitation lorsque cela se révèle nécessaire au vu de l'étude de dangers.

Le transport par rail est également soumis au Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses (RID). Spécifique à un type de marchandise, chaque wagon répond notamment à des critères de résistance précis définis par rapport à une catégorie de marchandise dangereuse : tenue à la corrosion, absence de porosité...

Le transport ferroviaire de marchandises dangereuses serait à l'origine de 5 fois moins d'accidents par tonne transportée que le transport routier, mais il a néanmoins été ou aurait pu être à l'origine d'accidents particulièrement graves, notamment en milieu urbanisé : gare en centre ville, voies ferrées longeant des habitations...

La nature de la matière transportée et la typologie des accidents (ARIA [349](#) / explosion de substances pyrotechniques, [5382](#), [5895](#), [6919](#), [6938](#), [7436](#) / BLEVE, [26980](#) / collision de 2 trains transportant des substances incompatibles...), la densité de l'habitat et de la population locale, ainsi que la topographie particulière de certains lieux (ARIA [4225](#) / talus, rue parallèle à la voie...) sont autant de facteurs susceptibles d'aggraver le sinistre, nombre de victimes avant tout, mais aussi dommages conséquents et atteintes à l'environnement (ARIA [5642](#), [349](#), [5895](#), [26980](#) / nombre de victimes, étendue de la zone sinistrée).

L'épandage massif incontrôlé de liquides inflammables peut présenter des risques élevés. Leur inflammation quasi-immédiate et systématique génère localement un important flux thermique (ARIA [4225](#) / inflammation d'un bâtiment et d'un pré à 100 m des voies, [5073](#) / flammes de 80 m à 1 000°C) ou peut conduire à de s effets dominos (ARIA [5382](#) / citerne d'ammoniac prise dans les flammes). Les égouts et autres émissaires aggravent parfois la situation en « favorisant » l'écoulement des matières relâchées sur de longues distances, voire en « déplaçant » de manière inattendue l'événement et ses conséquences (ARIA [4225](#) / collecteurs des eaux pluviales et station de relevage au milieu d'un lotissement, [32592](#) / explosion, pollution d'une rivière), tout en générant de nouveaux risques tels que zones ATEX, explosion et projections d'équipements, d'accessoires, d'éclats, de matériaux... (ARIA [4225](#) / plaques d'égouts, [5073](#) / cratères).

Pour ce qui concerne le retour d'expérience transposable aux seules installations classées, ces épandages méritent d'être pris en compte dans les études de dangers et plans de secours concernant ces installations. Lorsque l'accident a effectivement lieu, intervention en urgence et moyens conséquents sont alors nécessaires pour porter secours aux personnes dans les meilleurs délais et limiter la propagation des écoulements de matières dans les égouts et le milieu naturel.

Des fuites majeures de gaz toxiques liquéfiés, de substances liquides ou solides peuvent aussi se produire après rupture ou perforation des citernes de transport (ARIA [5515](#) / épichlorhydrine, [7436](#) / CO₂, [16232](#) & [21199](#) / NH₃) ou être redoutées en raison de la sensibilité du lieu (ARIA [16924](#) / herbicides), ainsi que l'émission d'abondantes fumées toxiques (ARIA [5642](#) / fuite et hydrolyse de trichlorure de phosphore, [33274](#) / inflammation de wagons de phosphore).

Au-delà des spécificités du sinistre, telles que chaleur, risque d'explosion et présence éventuelle de gaz toxiques, les secours peuvent être confrontés à de nombreuses difficultés d'intervention :

- d'ordre organisationnel : rôle et responsabilité des différents acteurs (ARIA [2438](#), [3468](#), [4225](#)...), importante population à évacuer (ARIA [349](#), [5515](#)...), biens à protéger (ARIA [6938](#) / commerces...), déplacement des wagons sinistrés ou fragilisés en lieu sûr avant dépotage éventuel (ARIA [3468](#), [19326](#) / important dispositif d'évacuation),
- d'ordre technique : lignes électriques à haute tension (ARIA [3468](#) / caténaires...), coupures électriques générales obligeant à utiliser des moyens autonomes (ARIA [2438](#) / motopompes, [4225](#)...), fuites de matières dangereuses difficiles à stopper (ARIA [3468](#) / fuite ne pouvant être stoppée sans un matériel adapté construit sur mesure...) où à transférer (ARIA [3468](#) / canne plongeante, [21199](#) / flexible et vanne), recours à du matériel de relevage et de transport spécifique (ARIA [3468](#) / grue et wagon plateau, [35530](#) / grues, [37598](#) / matériel de torchage de forte capacité), découpes de structures et autres opérations dangereuses (ARIA [39500](#) / risque de réaction fer – chlore),
- liées à des sur-accidents et effets dominos (ARIA [5382](#) / BLEVE d'un wagon d'NH₃ dans un incendie, [6919](#) / incendie et plusieurs BLEVE de wagons de GPL, projectiles atteignant une station-service, [6938](#) / BLEVE de wagons de GPL, incendie dans une usine et autres établissements voisins, [26597](#) / explosion à la suite d'un contact entre matières incompatibles : soufre, essence, engrais et coton).

La 1^{ère} intervention en urgence passée, il est ensuite indispensable de mettre rapidement les lieux en sécurité (ARIA [2438](#) / odeurs de gaz, nettoyage des puits et caves, décontamination et ventilation des égouts, [4225](#), [5515](#)...), puis de rassembler et de mettre en oeuvre des moyens humains et matériels d'évaluation et de résorption d'éventuelles pollutions (ARIA [2438](#) / choix et efficacité du traitement, [4225](#) / utilisation d'une technique « éprouvée », [5073](#)). Plusieurs des accidents répertoriés montrent

que si l'intervention d'urgence peut ne durer que quelques heures, la mise en sécurité des lieux peut nécessiter plusieurs jours, la dépollution des zones contaminées et les travaux de réhabilitation éventuels étant quant à eux susceptibles de s'étaler sur de nombreux mois.

Un dispositif de réduction des risques à la source de ce type d'accident repose sur :

- la fiabilité du matériel roulant dont l'amélioration dépend des pouvoirs publics qui établissent des normes de construction, des constructeurs qui les mettent en œuvre, des ateliers de maintenance agréés qui assurent l'entretien du matériel, des détenteurs de wagons qui sont responsables de leur état, ainsi que des industriels expéditeurs responsables du chargement ;
- la mise en place par certains exploitants ferroviaires et depuis quelques années d'experts TMD dans chaque région d'exploitation pour améliorer la gestion des risques sur les sites exposés. Ces experts sont chargés d'identifier, de faire connaître et de gérer les situations potentiellement dangereuses, en collaboration avec les chargeurs et les services de secours. Ils ont également pour mission de compléter la formation des intervenants sur le terrain et de contrôler l'efficacité des procédures ;
- une autorisation, pour tout transport de matières dangereuses par rail, de circuler dans un sillon ferroviaire préétabli, un plan de transport spécifique étant prévu pour les matières radioactives. La continuité du suivi des matières dangereuses doit normalement permettre de connaître à tout instant la nature et la localisation des risques, le gestionnaire d'infrastructures ferroviaires devant garder les informations correspondantes à jour et à disposition ;
- la signalisation, panneaux oranges apposés sur les wagons portant les numéros d'identifications de danger et de la matière, permet d'identifier le produit transporté et le danger présenté, tout en renvoyant aux fiches de sécurité correspondantes ;
- En complément de ces informations, l'autorité de police peut aussi faire appel à l'assistance technique de l'expéditeur qui est responsable de son produit, à défaut au destinataire. Le protocole TRANSAID (signé en 1987 entre le ministère de l'Intérieur et l'Union des Industries Chimiques) permet également aux secours d'avoir recours aux techniciens compétents des sites chimiques les plus proches de l'accident pour obtenir une assistance qualifiée pour plusieurs centaines de produits chimiques différents, sous forme d'information, de conseil et/ou d'assistance et d'intervention sur le lieu du sinistre ;
- enfin, des règles spécifiques du RID concernent la circulation et le stationnement des wagons-citernes sur les lignes des réseaux : temps de stationnement des wagons limités par le plan de transport défini par le gestionnaire d'infrastructures (art. 2.3.1.1 de l'arrêté TMD), stationnement dans des zones prévues à cet effet...

En matière de protection et au niveau national, le gestionnaire des infrastructures prescrit les mesures à prendre en cas d'accident ou d'incident en fonction des principes de l'exploitation ferroviaire. Il met en place dans chaque gare de triage des Plans Marchandises Dangereuses (PMD). Outils d'aide à la décision en cas de survenue d'une crise liée à un accident / incident, ces plans doivent :

- assurer l'efficacité de l'alerte des services de secours ;
- organiser à l'avance les conditions de leur intervention ;
- prendre en compte, suivant la gravité de la situation accidentelle, la sécurité des personnes présentes sur le site et celle des circulations (évacuation de tout ou partie du site) ;
- prendre également en compte l'information des personnes de passage sur le site et des agents liés aux activités permanentes, par la diffusion des messages d'alerte, et celle des agents de conduite, concernés par des dispositions spécifiques.

Ces plans font l'objet d'une concertation avec les services de secours. Leur efficacité suppose la prise en compte des spécificités locales du site : type de matières dangereuses, trafic, quantités, configuration du site et vulnérabilités particulières (urbanisation, nappe phréatique...). Cette exigence induit une différenciation des PMD selon les sites, tout en visant les mêmes objectifs de sécurité. Les plans marchandises dangereuses concernent l'ensemble des activités d'un site, de manière permanente (ateliers, dépôts...) ou de manière ponctuelle (trains de passage, chantiers provisoires).

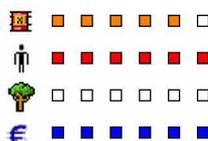
Dans toutes les autres gares, le gestionnaire d'infrastructure peut enfin mettre en place des Plans Locaux Marchandises Dangereuses (PLMD). Ces plans qui établissent des consignes pour fixer les missions de chacun (agents, secours publics...) et s'articulent avec les plans de secours départementaux existants aux abords de chaque site considéré, permettent également d'assister les secours publics durant la crise.

Des exercices périodiques sont organisés chaque année pour tester l'efficacité de ces plans, tout en permettant aux services de secours de mieux appréhender le contexte local et son évolution au fil du temps.

Références complémentaires (fiches détaillées) :

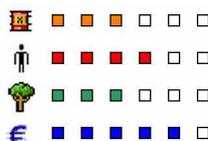
- ARIA [2438](#) : déraillement d'un train transportant de l'essence à Chavanay (42), le 3 décembre 1990.
- ARIA [4225](#) : déraillement d'un train transportant de l'essence à La Voulte-sur-Rhône (07), le 13 janvier 1993.

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

 **ARIA 349 - 04/06/1988 - RUSSIE - ARZAMAS**

49.20 - Transports ferroviaires de fret

L'explosion de 3 wagons de chemin de fer chargés de 120 t d'explosifs provoque le décès de 93 personnes, 700 blessés étant soignés dans des centres de secours et 230 étant hospitalisées. Les dommages matériels sont considérables : 150 maisons détruites et 250 endommagées, 600 familles sans abris et 90 000 personnes évacuées. Des vitres sont brisées sur 15 km².

 **ARIA 2438 - 03/12/1990 - 42 - CHAVANAY**

49.20 - Transports ferroviaires de fret

Un convoi de 22 wagons déraile à 23h50 dans un village de 2 000 habitants ; 9 citernes de 80 m³ de carburant sans plomb se renversent, s'enflamment et explosent. L'essence en feu incendie des habitations et rejoint les égouts. Electricité et circulation routière sont coupées. L'incendie est maîtrisé à 6h30 après intervention de 180 pompiers dotés de moyens autonomes (motopompes...).

Un villageois a été blessé, 34 personnes sont à reloger. La zone sinistrée s'étend sur 1 km et 400 m de large ; 8 habitations, 2 garages et 30 voitures sont détruits, 5 maisons sont endommagées. 250 à 300 m³ d'essence polluent 2 ha de terrain. Des captages d'eau potable sont menacés à 100 m et des odeurs de « gaz » sont signalées dans plusieurs propriétés. L'utilisation de puits agricoles est interdite, les pompages d'eau sont limités, fruits et légumes sont inconsommables dans une zone de 12,5 ha. Des décisions administratives sont prises rapidement pour démolir des habitations sinistrées.

La commune et l'opérateur ferroviaire mandatent une entreprise de dépollution ; 10 à 20 % des hydrocarbures (HC) ont brûlé ou se seraient évaporés, 80 à 90 % d'HC gazeux ou liquides sont piégés dans les sols au-dessus de la nappe phréatique (zone "non saturée"), dans le talus ferroviaire et en surface de la nappe dans une mince formation argileuse au pied d'un coteau. Puits et caves sont nettoyés. Les zones polluées sont traitées avec rabattement de la nappe (16 m³/h via 3 pompes), diminution de la zone polluée en caractérisant sous-sol et contamination (organisme expert / 40 sondages), puis dépollution en 3 stades

- pompage / écrémage en nappe : 40 m³ d'HC récupérés en 17 mois avec rejet au Rhône des eaux de rabattement contenant moins de 20 ppm d'HC,
- essais de biolixiviation se révélant sans effet au-delà de 2 m de profondeur et qui seront abandonnés,
- extraction sous vide (venting) très efficace et objet d'un appel d'offres avec objectifs quantifiés : teneur des sols en HC 10 ppm max., pas d'HC surnageant dans la nappe après 1 an de travaux.

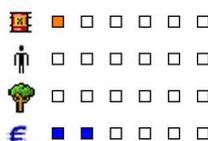
Après 45 semaines de traitement, 210 m³ d'HC ont été extraits des terrains non rendus à leurs propriétaires, mais repris par la commune pour des aménagements collectifs, facilitant ainsi l'instauration de restrictions d'usage du sol / sous-sol reprises dans les documents d'urbanisme pour garantir dans la durée une utilisation compatible avec la pollution résiduelle.

L'enquête administrative avance une vitesse excessive du train (93 km/h) eu égard au défaut ("gauche") de la voie ferrée à l'assise fragilisée après une période de fortes pluies. Pour la Sté ferroviaire, le coût du sinistre s'élève à 28 MF (1991) d'interventions d'urgence, études / dépollution des lieux et à 22 MF d'indemnisation (tiers sinistrés / municipalité).

Après les 1er secours, la commune, la Sté ferroviaire et l'administration ont dû prendre des décisions rapides pour évaluer extension et conséquences réelles / potentielles de la pollution, puis mettre en oeuvre des mesures aptes à prévenir sa propagation, sans estimation de leur durée / coûts et en l'absence de responsabilités clairement établies.

L'extraction sous vide sera à nouveau utilisée quelques mois plus tard à la suite d'un autre accident sur cette même voie 100 km plus au sud (ARIA 4225). Les essais de biolixiviation montrent que la technique de dépollution dépend des polluants et des milieux impactés : nature des sols, perméabilité, profondeur de la nappe, vitesse d'écoulement...

En matière de REX transposable aux IC, les conséquences potentielles de ce type d'accident impliquent l'intervention urgente de moyens pour limiter la propagation de l'écoulement, puis de moyens d'évaluation et de résorption de la pollution. L'épandage massif incontrôlé de liquides inflammables peut présenter des risques élevés notamment lors d'écoulements dans les réseaux (ATEX...). Ces situations méritent d'être prises en compte dans les études de dangers et plans de secours.

 **ARIA 3468 - 16/03/1992 - 73 - AIX-LES-BAINS**

49.20 - Transports ferroviaires de fret

Un convoi de 28 wagons, dont 3 de matières dangereuses, déraile à 2h25 en pleine gare au centre de la ville et à quelques dizaines de mètres des premiers immeubles. La chute de câbles de 11 KV sur les wagons renversés initie l'inflammation d'une citerne de 20 t de diméthylamine (DMA). Des flammes de 20 m sont observées ; 2 wagons proches contiennent 40 t d'ammoniac (NH₃) et 20 t de méthyléthylcétone

(MEC). Des caténaires sont arrachées, d'autres sont déformées par la chaleur.

Alertés à 2h30, 50 pompiers interviennent 7 min plus tard avec de la mousse. L'incendie est éteint à 3h50, mais un nuage odorant conduit les autorités à instaurer un périmètre de sécurité de 400 m, à faire évacuer les immeubles proches et à demander aux autres riverains de se confiner. Le nuage est dilué avec un rideau d'eau. Une fuite finalement localisée vers 5 h sur le wagon de DMA n'est précisément repérée que 5 h plus tard sur une bride de vidange endommagée. Un Poste de Commandement Opérationnel (PCO) est activé à 10h30. Le Préfet lance la procédure TRANSAID. Dès le début de l'après-midi, municipalité et services préfectoraux informent régulièrement la population directement ou avec des tracts.

Les secours ne peuvent installer une nouvelle bride sans l'aide de spécialistes qui sont activement recherchés. A 17h30, la fuite est colmatée à 95 %. Une « cloche » réalisée sur mesure est installée le 17/03 à 18 h pour mieux contrôler l'émission résiduelle. L'arrosage de la citerne est stoppé et la DMA captée par la cloche est neutralisée par dissolution dans l'eau.

Après une journée d'examen de la situation, tout dépotage sur place est abandonné ; le wagon de DMA sera auparavant relevé et déplacé dans un lieu plus sûr en convoi spécial. Les opérations sont minutieusement préparées, puis le wagon de DMA est relevé le 18/03 à 18h10 et évacué à 20h24 sur un wagon plateau surbaissé à 20 km des lieux du sinistre ; le convoi étant instable, le trajet durera près de 3h à 8 km/h. Le wagon sera ensuite redressé le 19/03, refroidi au dioxyde de carbone (CO₂) pour équilibrer la pression et vidé via une canne plongeante. Celui d'NH₃ peu endommagé sera tracté jusqu'à son destinataire.

Grâce à un contexte globalement favorable, à la conception des citernes et à l'intervention rapide des secours, l'accident est sans conséquence environnementale importante, mais la station d'épuration communale sera faiblement polluée par les eaux de ruissellement via le réseau des eaux pluviales. Les trains circulent à nouveau le 20/03 vers 18h30.

6 wagons (3^{ème} à 8^{ème}) ont quitté les voies. Le 3^{ème}, trans-céréalier à 2 essieux, vide et destiné à la casse, aurait déraillé à 1 ou 2 km de la gare. Arrivant désaligné, il aurait heurté caténaires et quais, provoquant le déraillement des wagons suivants.

Cet accident a mis en relief la nécessité de disposer au minimum et dans les meilleurs délais des Plans de Secours Spécialisés pour le Transport de Matières Dangereuses (PSS-TMD) prévus dans la réglementation (circulaire 88/404 du 22/11/88...).

Le Ministre chargé des Transports constitue une commission spéciale d'enquête administrative pour déterminer / analyser les causes de l'accident et en tirer les enseignements en matière de prévention et d'organisation du système de transport ferroviaire de matières dangereuses. Une trentaine de recommandation est notifiée à l'opérateur ferroviaire pour :

- définir des mesures préventives sur le matériel et la voie pour éviter les risques de déraillement et les détecter à temps,
- améliorer la sécurité du transport des matières dangereuses,

- mener une réflexion sur les facteurs conduisant aux déraillements (approche théorique et retour d'expérience),
- contribuer à la clarification des responsabilités des différents acteurs dans le traitement des accidents graves,
- participer activement à l'élaboration des plans d'urgence, dans le cadre de l'action engagée par le Ministère de l'Intérieur.

      **ARIA 4225 - 13/01/1993 - 07 - LA VOULTE-SUR-RHONE**

49.20 - Transports ferroviaires de fret

     Un convoi de 20 wagons quitte un tunnel vers 23h30 pour traverser une gare, quand 7 citernes de 80 m³ d'essence dérailent. Un essieu dont l'une des boîtes de roulement s'est trop échauffée s'est rompu sur un wagon. Des traces sur les traverses et ballasts attestent que ce dernier suit le convoi sur 300 m et quitte les rails vers un aiguillage à 100 ou 150 m en amont du déraillement.

Virole déchirée sur 1/3 de longueur, clapet de fond arraché... 4 citernes se vident, un violent incendie se déclare, le mécanicien éloigne le reste de la rame. Un wagon renversé s'ouvre 15 à 20 min plus tard générant une explosion et une boule de feu ; le flux thermique seul aurait incendié une habitation et un pré à 100 m des voies. Des ruisseaux d'hydrocarbures (HC) en flamme se déversent 20 m en contrebas dans une rue bordée d'immeubles qui canalise l'essence enflammée, 15 habitations et 15 véhicules sont détruits. Des plaques d'égouts en fonte sont projetées à 15 ou 20 m de haut, puis un incendie et des explosions détruisent la station de relevage des eaux pluviales à 250 m en aval évitant une pollution du Rhône.

L'incendie est éteint le matin par 250 pompiers. Dans un périmètre de 600 m, 1 000 personnes ont été évacuées de nuit, 6 sont blessées : le mécanicien et 2 riverains brûlés superficiellement, 3 victimes de fractures et contusions en fuyant les flammes.

Mandaté par la commune et la Sté ferroviaire, un bureau d'étude évalue les conséquences de l'accident et suit la mise en sécurité du site : nettoyage / inertage des égouts par pompage et ventilation (3 000 m³/h), inventaire des regards d'accès, contrôles des teneurs en gaz et des collecteurs pour éliminer d'éventuelles poches d'HC... Puis sa dépollution. 20 m³ d'HC restants dans les wagons, 300 m³ ont été perdus ; 200 m³ brûlés / volatilisés lors des explosions, dans les égouts ou après ventilation et 100 m³ dans le sol et la nappe (- 1 à - 4 m), mais le captage d'eau communal en amont n'est pas menacé.

En quelques heures, 16 piézomètres sont forés. En 4 jours, 110 prélèvements d'eau et 250 mesures de «gaz» dans les sols, journalières durant 1 semaine, permettent d'évaluer la pollution. La chaleur du feu a favorisé le dégazage du sol, mais les mesures révèlent une pollution sur 1 m de profondeur dans le talus sous les voies (1,1 ha), ainsi que du sous-sol de la zone urbanisée du talus jusqu'à 80 m (1,5 ha). Des teneurs en HC supérieures aux 2 500 ppm max. des appareils sont relevées. Un drain CNR le long du talus draine les HC qui surnagent, une partie est récupérée avant la station. Pour rabattre la nappe, 5 puits (diam. 1,2 m) sont creusés dès le 18/01/93.

Les zones à valeurs anormales persistantes seront ventilées et dépolluées. Déjà utilisée après un accident sur cette voie ferrée en décembre 1990 (ARIA 2438), la technique de «venting» retenue va limiter délais et coûts de traitement. Au nord et au sud des terrains pollués, 2 réseaux mettent les sols en dépression (DP=250 mb) et une barrière hydraulique complète le dispositif à l'est. Les HC drainés sont incinérés dans 2 fours mobiles. 98 % des HC seront récupérés en 4 mois durant lesquels une centaine de personnes est relogée.

Selon la Sté ferroviaire, réhabilitation et indemnités (tiers et commune) s'élèvent à 70 MF (1993), dont 15 MF pour reconstruire la station et 5 MF de traitement. Celle-ci crée peu après une entité pour suivre en temps réel les wagons isolés (trafic diffus) et convois, ainsi que conseiller et informer en cas d'accident de transport pour recourir à bon escient aux moyens de secours publics.

Transport ou IC, les conséquences potentielles d'un épandage massif incontrôlé de liquides inflammables impliquent une intervention urgente pour en limiter la propagation et la mise en oeuvre rapide de moyens pour évaluer et traiter la pollution. Des risques élevés notamment lors de déversements dans les réseaux (ATEX...) qui méritent d'être pris en compte dans les études de dangers et plans de secours.

Au-delà de la mise en oeuvre des premières mesures de secours, la question de la limitation de l'extension de la pollution du sous-sol et des réseaux d'égouts par les hydrocarbures s'est rapidement posée. Les entités en présence (commune, société de transport ferroviaire et administration) ont été confrontées dans l'urgence à la nécessité de prendre des décisions pour évaluer sans retard l'extension de la pollution, la gravité des conséquences intervenues et potentielles, ainsi que pour mettre en oeuvre des mesures de prévention de la propagation des hydrocarbures alors que les responsabilités n'étaient pas clairement établies et qu'aucune estimation de la durée et du coût de ces mesures n'était disponible.

      **ARIA 5073 - 08/03/1994 - SUISSE - ZURICH**

49.20 - Transports ferroviaires de fret

     Après rupture d'un essieu, l'un des 20 wagons d'un train, contenant chacun 75 m³ d'essence, déraile, prend feu et explose dans une gare. L'incendie atteint 4 autres voitures, détruit 3 bâtiments bordant les voies et endommage un 4ème en retrait (flamme de 80 m, 1 000°C). L'essence rejoint les égouts et provoque des explosions (cratère de 10 m de diamètre) ; un collecteur d'eaux pluviales est endommagé

(dégâts > 30 MF). Le quartier est évacué une journée (rayon 200 m, 120 personnes) ; 1 blessé grave et 2 légers, dont un secouriste, sont à déplorer (projections de plaques d'égout...). La faune d'une rivière est atteinte. Deux explosions se produiront ultérieurement, dont l'une le lendemain (étincelle tronçonneuse). Les dommages sont évalués à 200 MF.

      **ARIA 5382 - 08/04/1979 - ETATS-UNIS - CRESTVIEW**

49.20 - Transports ferroviaires de fret

     A la suite d'un déraillement, un incendie et des explosions (BLEVE) se produisent sur des wagons transportant des produits inflammables. Un wagon d'ammoniac pris dans l'incendie de wagons d'acétone de méthane et de chlore, explose 20 min. après le début de l'incendie. Quatorze personnes sont blessées ou intoxiquées et 4 500 autres sont évacuées dans un rayon de 2 500 m. Des fragments d'enveloppe sont projetés à 200 m du point de l'accident. L'enquête conclut à un attentat.

      **ARIA 5515 - 29/06/1994 - SUISSE - LAUSANNE**

49.20 - Transports ferroviaires de fret

     Un train déraile à 2h56 en gare de Lausanne ; 7 des 50 wagons du convoi de 690 m (1 753 t) se couchent sur la voie, 2 d'entre eux transportant au total 80 000 l d'épichlorhydrine fuient, laissant s'échapper 400 l de produit chimique toxique, volatil et inflammable.

L'alerte est donnée à 3h14, plus de 500 pompiers interviendront pour colmater les brèches, récupérer le produit répandu et ventiler les égouts. Tout le quartier, soit 1 500 personnes, est évacué par mesure de sécurité durant l'intervention des secours. Aucun blessé n'est à déplorer. Dans les 4 jours qui suivent, les citernes d'épichlorhydrine et de chlorure de thionyle sont vidées, les wagons renversés sont relevés, évacués ou remis à leurs destinataires. La population sera à nouveau évacuée durant les opérations dangereuses (relevage...).

L'accident serait dû à une erreur d'aiguillage. Le train entre en gare sur la voie n°3. Lors de son passage sur l'aiguille 76a, côté est de la gare, le 25ème wagon vide à 2 essieux se soulève, retombe à côté des voies et poursuit sa course en roulant sur les

traverses, tout en s'appuyant sur le bord du quai. Le train effectue un arrêt de service en gare pour remplacement du mécanicien, mais au redémarrage du convoi, les roues du wagon déraillé restent prisonnières entre le rail et la bordure. A l'extrémité du quai, dans la zone des aiguilles, les 2 wagons qui précèdent le wagon vide et les 11 autres qui le suivent déraillent. Sur 14 wagons, sortis totalement ou partiellement des rails, 5 dont 3 citernes contenant des marchandises dangereuses, se couchent sur les voies. L'une transporte du chlorure de thionyle et les 2 autres de l'épichlohydrine. La première citerne d'épichlohydrine est légèrement percée ce qui provoque un écoulement. Les wagons de matières dangereuses accidentés ont une capacité respective de 47 000 l pour l'épichlohydrine et de 24 000 l pour le chlorure de thionyle.

     **ARIA 5895 - 19/07/1974 - ETATS-UNIS - DECATUR**

49.20 - *Transports ferroviaires de fret*

 Dans une gare de triage, une erreur opératoire entraîne une perforation à l'arrière d'un wagon-citerne. Un nuage de 63 t d'iso butane se disperse sur une zone de 800 m sur 1200 m. L'allumage se produit 8 à 10 min. après la rupture. L'explosion tue 7 employés, et 349 personnes dont 33 employés sont blessés. Des vitres sont brisées jusqu'à 4,8 km, 700 habitations sont endommagées dans un rayon de 5 km dont 11 bâtiments publics. Des dégâts au gros oeuvre sont enregistrés jusqu'à 1,6 km. On dénombre 283 autres wagons citernes détruits et 312 endommagés. L'équivalent TN T de la déflagration serait compris entre 20 et 40 t.

     **ARIA 6919 - 21/06/1970 - ETATS-UNIS - CRESCENT CITY**

49.20 - *Transports ferroviaires de fret*

 Dans un convoi ferroviaire, une trémie de sable déraille et entraîne dans sa suite 9 wagons de propane. Perforé, un wagon s'enflamme spontanément. La chaleur déclenche la soupape de sécurité d'un second wagon et crée une flamme chalumeau qui en fait exploser un troisième (BLEVE). Un fragment est propulsé à 180 m et un autre morceau percute le toit d'une station service qui s'effondre. Le second wagon explose 2 heures plus tard. Un de ses fragments est projeté à 500 m. Un quatrième wagon explose et détruit 3 bâtiments situés sur sa trajectoire. 35 minutes plus tard un autre réservoir se rompt, il est bientôt suivi par deux nouveaux wagons. Les fragments de l'un d'entre eux provoquent l'explosion des 2 dernières citernes. 66 personnes sont blessées.

     **ARIA 6938 - 05/07/1973 - ETATS-UNIS - KINGMAN**

52.21 - *Services auxiliaires des transports terrestres*

 Une légère fuite est repérée lors du dépotage d'un wagon contenant 75 m³ de GPL. L'un des deux opérateurs tente de resserrer les vannes en utilisant un outil en aluminium qui pourrait être la cause de l'inflammation du gaz. Il meurt brûlé vif ; l'autre gravement brûlé, donne l'alerte. Les pompiers n'arrivent qu'après 25 min. De grandes flammes s'échappent du wagon. Les pompiers tentent de le refroidir mais ce n'est pas suffisant et un BLEVE se produit. La moitié du wagon est projetée à 365 m. Une boule de feu de 45 à 60 m de diamètre est observée. 5 bâtiments sont en feu. 12 pompiers meurent brûlés, 95 personnes sont blessées. Des débris incendient une usine, un restaurant et un magasin (effet domino). Les incendies sont maîtrisés après 8 h d'intervention.

     **ARIA 7436 - 02/09/1976 - ALLEMAGNE - HALTERN AM SEE**

49.20 - *Transports ferroviaires de fret*

 Roulant à environ 16 km/h dans une gare de triage, un wagon-citerne (plein à 90 %) transportant 231 t de CO₂ liquide (-15 °C / 7 bars) explose alors que sa soupape de sécurité est ouverte. Selon différents témoignages, le BLEVE a lieu soit peu avant, soit juste après être entré en contact avec un autre groupe de wagons. Une personne est tuée. Le châssis de la citerne de transport est plié en V ; 22 fragments soit environ 80 % de la cuve sont projetés selon des angles de 5-20° et 65-95° par rapport à la direction d u wagon. Certains projectiles seront retrouvés à plus de 360 m ; 3 wagons vides situés sur 3 voies ferrées plus loin sont renversés. L'analyse des fragments démontre qu'une rupture fragile est à l'origine de la ruine du réservoir.

     **ARIA 16232 - 24/07/1999 - ETATS-UNIS - IDAHO**

49.20 - *Transports ferroviaires de fret*

 Lors du déraillement d'un convoi ferroviaire comprenant 69 voitures, 135 m³ d'ammoniac (NH₃) provenant de l'un des wagons sont émis dans l'atmosphère. 6 wagons d'ammoniac ainsi que 6 autres wagons (bois, pierres..) ont chuté dans le lit de la rivière adjacente. Plus de 200 personnes des environs sont évacuées, 2 autoroutes sont fermées. Plusieurs wagons sont endommagés. Quelques personnes sont intoxiquées par l'émission. Les rails ont perforé un des wagons dont la totalité du contenu s'est évaporée. L'état d'urgence est déclaré pendant la nuit et les personnes sont évacuées sur 32 km². Quelques personnes sont hospitalisées. Le trafic autoroutier est rétabli vers 9 h le lendemain. Un wagon de pierres aurait manqué un aiguillage, détérioré 60 m de voie et entraîné le déraillement. L'alerte a été donnée par un témoin qui a entendu l'accident et senti l'NH₃.

     **ARIA 16924 - 21/10/1999 - AUSTRALIE - SYDNEY**

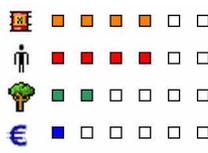
49.20 - *Transports ferroviaires de fret*

 Six wagons d'un train de marchandises contenant des herbicides, des engrais, du cyanure de sodium et divers produits chimiques déraillent. Par précaution, les équipes de secours établissent un périmètre de sécurité de 250 m de rayon et évacuent la population proche du site incriminé (5 maisons) pendant 2 heures. Les automobilistes sont détournés pendant la phase de nettoyage. Idem pour le trafic aérien, suspendu dans un rayon de 3,2 km et 600 m de hauteur. En cas de fuite de cyanure de sodium, l'apparition d'un nuage toxique est redoutée. En fait, les fûts de ce produit n'ont pas fui. Plus de 40 produits chimiques étaient présents dans le train et le volume de la fuite est estimé à 40 t d'herbicides. La situation est maîtrisée en 1,5 j.

     **ARIA 19326 - 28/11/2000 - 26 - PORTES-LES-VALENCE**

49.20 - *Transports ferroviaires de fret*

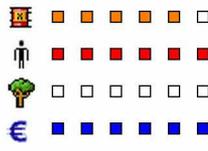
 Un wagon-citerne d'un convoi ferroviaire de 21 wagons transportant 49 t de propane liquéfié déraille, pour une raison indéterminée, alors que le train entre en gare de triage pour changer de locomotive. Immédiatement, les pompiers établissent un périmètre de sécurité et évacuent 2 maisons voisines. Dans le même temps, les analyses d'explosimétrie se révèlent négatives. La circulation ferroviaire est fortement perturbée durant 1h30. Durant la nuit, le déplacement des wagons non touchés se poursuit. Le lendemain, 500 riverains sont évacués dans un rayon de 230 m afin de procéder aux opérations de dépotage du wagon de propane (début : 6 h - fin : 21 h 15), qui n'a toutefois pas présenté de fuite. Une entreprise spécialisée transfère le gaz du wagon dans une citerne pour pouvoir ensuite le relever. A la fin de l'opération, les riverains peuvent regagner leur logement. Un important dispositif a été mis en place pour gérer l'évacuation.

 **ARIA 21199 - 03/10/2001 - 13 - MIRAMAS**

49.20 - *Transports ferroviaires de fret*

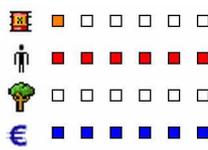
Lors de manœuvres vers 3h40 dans une gare de triage, le tampon d'un wagon plateau stationné juste après un aiguillage accroche au droit de sa vanne de reprise latérale un wagon transportant 48 t d'ammoniac (NH₃) liquéfié sous 7 bars. La canalisation associée se tord sous le choc, une fissure s'ouvre à la jonction canalisation / citerne et une fuite d'NH₃ se produit. La préfecture active le PPI et une cellule de crise vers 8 h. Un périmètre de sécurité de 1 500 m est mis en place, 400 riverains doivent se confiner.

Des moyens spécialisés en risques toxiques sont réquisitionnés dans une entreprise voisine dans l'attente de l'arrivée des propriétaires du produit. La circulation des trains est interrompue. Le nuage toxique s'étend sous le vent (8 à 10 m/s) jusqu'à 700 m du wagon dans une plaine peu habitée. Un transfert du gaz liquéfié dans un autre wagon (arrivé 8 h après) est tenté, mais échoue en raison de la détérioration de l'embout de la vanne latérale qui rend difficile le raccordement du flexible. La fuite s'arrête d'elle-même le matin suivant. Les 48 t de produit se sont disséminées dans l'atmosphère, mais aussi dans les eaux (cours d'eau et nappe phréatique) : en effet, une partie est diluée dans les rideaux d'eau disposés en protection. Les pompiers, assistés d'unités spécialisées, dégazent le wagon. Le PPI est levé vers 8 h. Aucun blessé ne serait à déplorer.

 **ARIA 26597 - 18/02/2004 - IRAN - NEISHABOUR**

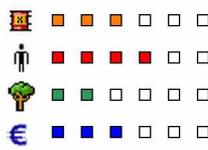
49.2 - *Transports ferroviaires de fret*

Une rame de 48 wagons à l'arrêt dans une gare se décroche de sa locomotive vers 4 h (heure locale). Le convoi, composé notamment de 17 wagons de soufre, 6 d'essence, 7 d'engrais et 10 de coton, se renverse un peu plus loin et prend feu. A 9 h 37, alors que les secours pensent maîtriser le sinistre, une explosion qui sera évaluée à un équivalent de 180 t de TNT et entendue à 75 km, forme un cratère de 20 à 25 m de profondeur et de 150 m de diamètre. A la même heure, l'institut géophysique de Téhéran enregistre un séisme de 3,6 sur l'échelle de Richter, mais ce dernier n'aurait cependant aucun lien direct avec le sinistre. Le bilan fait état de 289 morts dont 150 fonctionnaires, pompiers, cheminots et policiers, les 139 autres étant des villageois et des curieux et 460 blessés. Les 2 villages de Hachémabad et Dehno sont détruits et 4 localités voisines considérablement endommagées. Selon le ministre des transports, le sinistre serait dû à une faute humaine commise dans la gare et, peut-être, à un acte de sabotage aux conséquences dramatiques de la part d'un salarié mécontent.

 **ARIA 26980 - 22/04/2004 - COREE DU NORD - RYONGCHON**

49.20 - *Transports ferroviaires de fret*

Selon un bilan provisoire, l'explosion de deux trains dans une gare aurait entraîné la mort de plus de 161 personnes dont 76 enfants et au moins 1 300 blessés. L'explosion serait due à la collision, durant une manœuvre en gare, entre des wagons transportant du pétrole et d'autres rames remplies de nitrate d'ammonium qui aurait entraîné la chute d'un pylône électrique suivie d'un court circuit. Tous les bâtiments situés dans un rayon de 500 m, dont une école, sont rasés. Environ 2000 appartements seraient détruits ainsi que 129 bâtiments publics. Selon les premières estimations, les dégâts se montent à 300 M€.

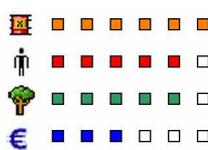
 **ARIA 32592 - 27/11/2006 - ALGERIE - AZZABA**

49.20 - *Transports ferroviaires de fret*

Un train de marchandises, circulant entre Skikda et Annaba, déraile à 13h02 dans la banlieue est de Azzaba où la voie est surélevée. La locomotive, qui tracte 16 wagons, dont 11 de carburant, s'incline subitement entraînant le renversement de 8 citernes (7 de gasoil et 1 d'essence) et le déversement de 420 m³ d'hydrocarbures.

Des vibrations importantes du sol sont ressenties engendrant une grande panique des riverains. La protection civile évacue les habitants de la zone limitrophe et établit un cordon de sécurité. Une grande partie des HC relâchés s'infiltrer dans des bouches de canalisations d'eaux usées pour ressortir 800 m plus loin dans une rivière à proximité d'un quartier populaire. Vers 14 h, un feu se déclare à la limite du canal principal, engendrant une explosion qui se propage dans les égouts (effet domino). Du fait de la forte pression ainsi créée, des regards sont déterrés et projetés, parfois à plus de 15 m de haut, tuant un enfant et endommageant fortement la chaussée et les voitures qui s'y trouvent.

Face à l'étendue du sinistre, les secours doivent à la fois protéger les personnes et les biens proches du lieu du déraillement, circonscrire l'incendie et pomper au plus vite le carburant répandu dans les égouts. A 16h30, une plate-forme pétrochimique envoie en renfort un contingent de ses forces d'intervention de réserve. Les autorités civiles et militaires de la Wilaya (collectivité territoriale) et le PDG de la société de transport ferroviaire arrivent sur les lieux. Les rails sont enchevêtrés sur près de 400 m et ne peuvent qu'être découpés. A cause du risque d'inflammation des HC imbibant les sols, la liaison par la voie ferrée, névralgique pour le transport de carburants entre Annaba et Souk Ahras, ne pourra être rétablie qu'après l'obtention, le lendemain vers 16 h, d'une autorisation d'utilisation des chalumeaux sur un périmètre précis. La surface contaminée recouverte de sable pour absorber les HC, sera décapée sur une certaine profondeur. Le carburant aurait aussi pollué partiellement les eaux du barrage de Fergoug imposant, par précaution, l'arrêt de l'approvisionnement en eau potable aux habitants de Mohammadia et de Sig. L'analyse d'eau non traitée donne toutefois des résultats négatifs qui seront confirmés par l'analyse d'échantillons d'eau traitée. Un mort et 4 blessés dont 1 gravement atteint sont à déplorer. L'enquête de la gendarmerie nationale attribue la responsabilité de l'accident à certains responsables de l'opérateur ferroviaire pour un défaut d'entretien des chemins de fer, du reste très anciens, et de respect des critères de sécurité tels que le remplissage des citernes. L'entreprise, quant à elle, accuse le chef d'exploitation de la gare de Ramdane-Djamel, le conducteur du train et l'agent de queue qui seront traduits en conseil de discipline.

 **ARIA 33274 - 16/07/2007 - UKRAINE - NC**

49.20 - *Transports ferroviaires de fret*

Un train de marchandises circulant entre le Kazakhstan et la Pologne transportant 700 t de phosphore jaune, produit très toxique et extrêmement inflammable au contact de l'oxygène, déraile dans l'Ouest de l'Ukraine : 15 citernes se renversent et 6 d'entre elles prennent feu créant un nuage toxique blanc qui couvre un territoire de 86 km². Les secours maîtrisent l'incendie en 5 h puis refroidissent le phosphore et utilisent de la mousse et du sable pour empêcher de nouveaux incendies. La diffusion de cette information aux 11 000 habitants de la zone crée un effet de panique, 900 personnes sont évacuées. Le port de masques à gaz et le confinement sont conseillés dans un premier temps par les autorités. Dès le 18/07, le gouvernement rassure la population indiquant que la zone n'est pas polluée. La voie ferrée est réparée, les fuites sur les citernes sont colmatées, les wagons sont relevés et le convoi est rapatrié le 26/07 vers le Kazakhstan à vitesse réduite, sans arrêt, en contournant les grandes villes et accompagné de 2 trains anti-incendie. Les terrains pollués sont assainis et une digue est aménagée à proximité du site pour protéger un village et collecter les eaux polluées. Quelques 900 kg de phosphore cristallisé sont ramassés sur les lieux de l'accident. Le 03/08, des résidus de phosphore restés sur le site s'enflamment spontanément.

174 personnes dont 46 enfants et 14 secouristes sont intoxiqués et hospitalisés. Selon l'antenne régionale du ministère des

Situations d'urgence, des analyses de l'air, du sol et de l'eau sur place et dans les alentours du site de l'accident ont révélé une hausse du taux de phosphore "dépassant de deux à trois fois la norme" seulement dans son épicerie, soit un territoire "d'environ 1 km²", Le ministère de l'environnement a affirmé pour sa part que le taux de phosphore dans l'air dépassait les normes de plusieurs dizaines de fois (3,5 mg/m³ contre 0,15 mg/m³) dans 2 villages, Angelivka et Lisne, mais qu'aucune pollution des eaux ou du sol n'avait été découverte. Le préjudice pour les activités agricoles est estimé à 109 000 dollars et le gouvernement ukrainien a débloqué 2,8 millions de dollars pour éliminer les séquelles de la catastrophe dont 2,4 millions sont destinés à garantir la protection sociale des enfants et mères de famille. La cause de l'accident n'est pas encore connue mais une enquête est effectuée pour « violation des règles d'exploitation des chemins de fer ».

      **ARIA 35530 - 12/11/2008 - 64 - ARTIX**

      *49.20 - Transports ferroviaires de fret*
      Vers 9 h, après le chargement d'un convoi de 26 wagons (5 wagons d'acétate de vinyle monomère, 11 d'acide acétique et 10 vides mais non-dégazés de méthanol) dans une usine chimique et en direction de la gare de triage, 5 wagons déraillent ; 2 d'entre eux transportant chacun 80 000 l d'acétate de vinyle monomère (AVM, produit non toxique mais très inflammable) se renversent en contrebas du talus de 5 m de haut provoquant l'ouverture des trous d'homme et le déversement de leur contenu au sol.

La gendarmerie établit un périmètre de sécurité de 500 m et évacue 16 riverains ; le trafic ferroviaire et la circulation routière sur la route D817 sont interrompus ; la gare de voyageurs est évacuée. Plus de 70 pompiers interviennent et mettent en place un tapis de mousse de 1 000 m² sous les wagons. Ils ne parviennent à fermer que l'un des 2 trous d'homme, installent un stockage tampon pour récupérer l'AVM s'écoulant encore et un barrage pour éviter de polluer l'AULOUEZ. A 16h45, le périmètre de sécurité est réduit à 100 m et le trafic ferroviaire est rétabli ; les trains circuleront cependant à vitesse réduite jusqu'à la fin de l'intervention. Jusqu'au 15/11 dans la matinée, les wagons déraillés sont vidés, inertés et relevés avec 2 grues de 200 et 90 t. Durant ces opérations, les secours installent des lances à poudre autour des citernes réceptrices des produits dépotés et renouvellent le tapis de mousse régulièrement. Le site chimique "chargeur" évacue les wagons le 15/11 et les terres polluées le 17/11. Les secours effectuent des rondes de surveillance et réalisent des mesures d'explosimétrie jusqu'au 16/11 dans la matinée : les 16 riverains évacués peuvent regagner leur domicile. L'inspection des IC et un élu se sont rendus sur place.

Un pompier blessé au pouce droit et qui a reçu des projections de mousse dans les yeux, est transporté à l'hôpital. L'AVM étant biodégradable à 90 % en 14 jours, la pollution aquatique est évitée et celle des sols limitée. Le trafic ferroviaire sera interrompu pendant 7h45 et la circulation routière durant 5h10.

L'accident s'est produit dans un virage réputé dangereux, le train circulant à vitesse réduite. Selon l'exploitant du réseau ferré, le déraillement ferait suite à une défaillance technique des infrastructures ; un glissement du remblai dû aux importantes pluies des 15 derniers jours est évoqué.

      **ARIA 37598 - 24/11/2009 - 64 - ORTHEZ**

      *49.20 - Transports ferroviaires de fret*
      Les 2 derniers wagons-citernes, n° 26 et 27, d'un train de transport de matières dangereuses déraillent vers 19 h à proximité de la gare d'ORTHEZ ; le wagon n°26 transportant 45 t de propane, se couche sur le bas côté de la voie et une fuite se produit sur la tuyauterie en phase liquide qui s'est rompue.

      Un périmètre de secours de 100 m est mis en place et les personnels et patients d'un hôpital situé à 50 m et d'une clinique située à 200 m sont confinés (233 personnes dont 190 malades). La circulation ferroviaire est interrompue dans les 2 sens et l'alimentation électrique des caténaires est coupée. Deux trains avec 65 passagers sont également bloqués ; les voyageurs sont pris en charge par les secours et pour certains transportés vers leur destination en car. Les pompiers mettent en place un tapis de mousse de 50 cm sous le wagon renversé et colmatent la fuite de GPL à 20 h ; aucune présence de gaz n'est plus alors constatée. Les autorités réquisitionnent un matériel de torchage de grande capacité et diffusent des messages d'informations auprès des populations ; une grue ferroviaire de 120 t est acheminée depuis DIJON. Le trafic des voyageurs entre TARBES et DAX est assuré par des cars. Le 25/11, le wagon n°27 est remis sur les rails et évacué à 22h30. Le brûlage à la torche du gaz du wagon renversé débute le 26/11 à 12h30 sous la protection de lances incendie dont des lances canon et s'achève le 28/11 à 8h15. La citerne du wagon est ensuite inertée à l'azote puis ce dernier est relevé à l'aide de la grue de 120 t après démontage des caténaires. La circulation ferroviaire est rétablie le 30/11 après réparations des voies sur une cinquantaine de mètres et remise en état des caténaires.

      **ARIA 39500 - 22/12/2010 - 57 - WOIPPY**

      *49.20 - Transports ferroviaires de fret*
      Dans une gare de triage, un convoi de 4 wagons de charbon percute et endommage vers 14h10 un ensemble de 4 wagons de chlore (Cl2) presque vides, non dégazés et à l'arrêt. Sous le choc, 2 wagons-citernes se chevauchent. Un bogie du premier est arraché et le second déraille. Le plan d'urgence interne (PUI) de la gare est déclenché. Un périmètre de sécurité englobant le faisceau de débranchement est établi. Alertés à 14h15, les secours sont sur les lieux à 14h35. Après constat visuel de l'absence de toute fuite, le relevage est autorisé. L'exploitant de la gare informe la préfecture à 20h45 sur les conseils d'un expert de la société expéditrice de la marchandise jugeant que le risque a peut-être été sous-estimé par les pompiers. Rappelés sur les lieux, ces derniers confirment leurs premières conclusions. Le périmètre de sécurité est réduit à 4 voies.

Le 23/12 au matin, la quantité de Cl2 contenue dans chaque wagon est évaluée à 1,6 t (1,5 t liquide et 53 m³ gazeux). L'étude de danger du triage ne prévoyant pas la dispersion de plusieurs tonnes de Cl2, une demande de modélisation est adressée à la cellule d'appui aux situations d'urgence d'un organisme public. Les distances des effets irréversibles et des effets létaux sont estimées à 1 000 m et 350 m en situation courante (condition climatique neutre et vent à 5 m/s) ou 3 000 m et 500 m en situation défavorable (condition très stable et vent à 3 m/s). Un centre commercial est situé à 1 200 m des wagons accidentés.

La préfecture réunit le 23/12 à 15 h les pompiers, l'exploitant ferroviaire, la société expéditrice et l'inspection des installations classées pour préciser les conditions d'intervention. La vidange sur place étant écartée, il est décidé de sécuriser avec une grue la citerne du wagon chevauchant son voisin, durant l'évacuation par rail des wagons non-endommagés. Le wagon-citerne chevauchant sera ensuite déposé au sol avant découpe des bogies au chalumeau et évacuation de la citerne par wagon plateau vers un site de dégazage. Des thermocouples utilisés lors de la découpe permettront de surveiller la température, l'acier étant susceptible d'entrer en combustion au contact du Cl2 aux environs de 120 °C. Ces opérations délicates auront lieu de nuit. L'accident est dû à l'envoi par erreur des 4 wagons de charbon. Le dispositif de freinage automatique des wagons n'a pas fonctionné. La réglementation sur le transport ferroviaire de matières dangereuses (RID) a été modifiée récemment dans le but de prévenir ce type d'accident. Les wagons accidentés ne disposaient pas encore des dispositifs anti-chevauchement de protection de l'arrière des wagons (période transitoire).

L'étude de danger réalisée pour ce triage en 2009 avait été suivie en avril 2010 d'une demande de mise en conformité avec l'arrêté ministériel du 18/02/2010 qui n'avait pas encore été suivie d'effet. Le mois suivant, 2 autres accidents surviendront dans cette gare (ARIA 39508 et 39703) essentielle en raison du volume de trafic venant et à destination de l'Allemagne.



Défaut d'exploitation des retours d'expérience disponibles

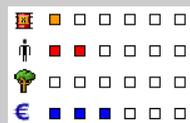


ARIA 36628

Explosion d'un réservoir d'acide sulfurique lors de travaux par points chauds

ARIA 36628 - 04/08/2009 - 76 - Gonfreville-l'Orcher

20.16 - Fabrication de matières plastiques de base



Un réservoir de 100 m³ d'acide sulfurique (H₂SO₄) vide explose à 9h15 sur un site chimique. Installé en surplomb de sa cuvette de rétention à plusieurs mètres de hauteur, ce réservoir "F2" est projeté et retombe à proximité. Il entraîne l'échafaudage installé pour sa maintenance, provoquant la chute de 3 ouvriers dont 2 sous-traitants. Deux sont blessés gravement : un employé de l'usine victime d'un traumatisme crânien après une chute d'une dizaine de mètres et un sous-traitant, retrouvé coincé par le bac et l'échafaudage, sévèrement atteint au visage par la projection de la meuleuse qu'il utilisait.

Le POI est déclenché, les secours internes et externes interviennent. Les blessés sont hospitalisés. L'exploitant informe la préfecture, les mairies et le public. L'inspection des IC effectue une enquête.

Le réservoir avait été provisoirement colmaté le 18/07 avec une boîte d'étanchéité après la découverte d'une fuite le 16/07. Avant d'être réparé début août après sa vidange, le bac sera rincé à l'eau durant le week-end du 2/08, puis un sous-traitant installe l'échafaudage pour l'intervention : accès au réservoir, platinage d'isolement du procédé... Un employé de l'usine monte alors sur le bac pour en ouvrir le dôme, quand l'explosion se produit.

L'accident semble être consécutif à l'accumulation d'hydrogène (H₂) au sommet de la cuve et dû à l'allumage du mélange inflammable formé avec l'air lors du sectionnement avec une meuleuse de boulons corrodés du trou d'homme du dôme. Le bac est déchiré sur la moitié de la circonférence de la liaison virole / fond, ses ancrages ont été arrachés. La cuve n'avait été rincée qu'une fois ; ceci renforce l'hypothèse du rinçage insuffisant de la cuve provoquant l'attaque acide du métal avec dégagement d'H₂.

Le retour d'expérience disponible fait état de plusieurs explosions d'H₂ après attaque de réservoirs en acier à l'acide dilué (ARIA 23705 sur ce même réservoir F2 en 1989, mais aussi dans d'autres usines ARIA 169, 2278, 31082...).

Face à la succession d'accidents survenus ces derniers mois dans les industries chimiques et pétrolières, ainsi que le transport de matières dangereuses par canalisation, une rencontre sur les enjeux de sécurité industrielle et la protection de l'environnement est organisée en septembre 2009 entre la Secrétaire d'Etat à l'écologie et les principaux dirigeants de ces secteurs. Ces derniers formuleront des propositions pour améliorer la sécurité de leurs installations, en renforçant notamment les contrôles du vieillissement des installations et leur maintenance, tout en s'engageant à mieux tenir compte des zones écologiquement sensibles pour améliorer la protection des espèces ou des zones protégées.

Défaut d'exploitation des retours d'expérience disponibles

Le retour d'expérience sur accident est l'un des piliers de la gestion du risque technologique. Il doit notamment contribuer à réduire significativement la fréquence des accidents et la gravité de leurs conséquences. L'analyse des accidents constitue en effet une source de progrès dans la mesure où les enseignements sont transmis aux utilisateurs potentiels et exploités [1].

Comme le montre la répétition d'accidents similaires dans la base ARIA, ces processus de retour d'expérience, exigeants par nature, restent insuffisamment organisés et mis en application. Il ont pourtant vocation à faire partie intégrante du patrimoine des sites et secteurs industriels, au même titre que la culture d'entreprise ou les acquis technologiques.

Le processus de retour d'expérience peut être abordé selon plusieurs dimensions [2] :

- la dimension verticale, qui recouvre la communication des informations au sein d'une même entité ; elle implique des échanges équilibrés et entretenus entre les acteurs d'un site ou d'un groupe industriel : direction, HSE, encadrement, opérateurs et sous-traitants ;
- la dimension horizontale ou transversale qui recouvre les échanges externes à l'entité concernée ; elle nécessite d'élargir le dialogue avec le secteur industriel, d'autres secteurs impliqués dans des problématiques comparables, en France et à l'étranger... pour accroître et mutualiser les connaissances et les enseignements pour progresser à moindre coût ;
- quant à la dimension temporelle ou historique, elle constitue l'essence même du retour d'expérience puisqu'il n'y a pas d'exploitation possible des enseignements sans mise en mémoire sous une forme ou une autre : fiches d'événement, synthèses, bonnes pratiques, normes professionnelles... et rappels renouvelés à cette mémoire pour activer le souvenir tant que les procédés dangereux sont mis en œuvre.

Au début du 20^{ème} siècle, l'industrie chimique européenne était lourdement frappée par plusieurs accidents majeurs liés à la fabrication massive d'engrais azotés. Le 26 juillet 1921 à Kriewald (ex Silésie allemande), le « désenrochement » à l'explosif de wagons de nitrate d'ammonium entraîna une détonation tuant 19 personnes (ARIA [17974](#)). Moins de 2 mois plus tard, le 21 septembre dans l'usine allemande d'Oppau, l'exploitation à l'explosif d'un tas de nitrate et de sulfate d'ammonium enroché, provoqua une détonation entraînant 561 morts, 1952 blessés et la quasi destruction de la ville (ARIA [14373](#)). 20 ans plus tard en Belgique, l'attaque à l'explosif se poursuivait sur un tas d'ammonitrate et entraîna encore plusieurs centaines de morts à Tessenderloo (ARIA [17972](#)). Ces trois explosions soulignent la défaillance du retour d'expérience transversal sur une faible échelle temporelle. Malgré la production de produits enrobés pour éviter ensuite l'enrochement des nitrates, plusieurs détonations de nitrate d'ammonium se sont succédées, provoquant de nombreuses victimes ou des dégâts considérables, tant en France (ARIA [5009](#) et [14732](#)) qu'à l'étranger (ARIA [535](#), [6268](#), [12271](#) et [11145](#)) confirmant les caractéristiques complexes (composition chimique, granulométrie, densité, humidité...) de ce type de produits et leurs possibilités de détonation dans certaines conditions (mélanges, réactions dangereuses avec d'autres matières ou polluants, température et confinement notamment) que d'aucuns croyaient définitivement écartées sur des sites de production industrielle, jusqu'à la catastrophe de Toulouse en 2001 (ARIA [21329](#)).

L'accident de Gonfreville l'Orcher (ARIA [36628](#)) illustre à sa manière l'échec de la démarche dans sa dimension historique et transversale. Le même type d'accident s'était déjà produit vingt ans plus tôt sur le même site et sur le même réservoir (ARIA [23705](#)), mais à l'époque, en l'absence de conséquences autres que matérielles, l'événement avait été mentionné dans le dossier de suivi de l'équipement, sans en tirer de leçon suffisante pour alerter les intervenants 20 ans plus tard sur le risque de formation d'un nuage d'hydrogène lorsque le réservoir n'est pas suffisamment rincé. L'attaque de l'acier par l'acide dilué en milieu confiné conduit pourtant classiquement à l'accumulation d'hydrogène et à la formation d'atmosphère hautement explosible. Des accidents comparables se sont produits sur des sites gérés par d'autres exploitants en France (ARIA [169](#) et [31082](#)) ou à l'étranger (ARIA [22278](#)) : même produit (acide sulfurique), même équipement (réservoir de stockage), même cause (corrosion acide du métal et allumage du gaz par une source d'énergie même faible ou de chaleur telle que travaux par point chaud par exemple). L'accidentologie disponible comporte aussi nombre de cas d'explosions d'hydrogène issues de la corrosion d'enveloppes métalliques d'équipements (réservoirs : ARIA [16467](#), [24977](#) et [28569](#), canalisations : ARIA [29864](#) ou réacteurs : ARIA [2301](#) et [34921](#)) avec d'autres acides.

Dans le même ordre d'idées, de trop nombreuses explosions de capacités de stockage contenant des atmosphères inflammables lors de travaux par points chauds surviennent encore dans l'industrie tant en France (vapeurs inflammables : ARIA [177](#), [1960](#), [4869](#), [5232](#), 8988 et [12038](#) / hydrogène : ARIA [23705](#) / poussières : ARIA [8781](#), [13357](#), [21241](#), 27280 et 31588), qu'à l'étranger (vapeurs inflammables : ARIA [120](#), 7635, [11345](#), [21737](#), 22998, [25087](#), [33574](#), 34602, [35371](#), [38415](#), [38557](#), [38595](#), [38596](#), [38599](#), [38600](#) et [39076](#) / hydrogène : ARIA [22278](#) et [27273](#)). Le scénario est toujours sensiblement le même : des travaux sont réalisés par soudure ou meulage sur une capacité alors que les contrôles d'atmosphère explosible à l'intérieur et à proximité n'ont pas été faits avant ou pendant la durée des interventions, ou n'étaient pas adaptés aux risques (localisation et fréquence) ou encore les équipements n'ont pas été préalablement dépoussiérés (ARIA [8781](#) et [21241](#)). Compte tenu de sa gravité et de sa récurrence, cette problématique a donné lieu à la production de nombreux documents et de vidéos de sensibilisation (gaz inflammables [3], poussières [4]). Il est aussi frappant de constater que sur le même site et 8 jours seulement avant l'explosion du réservoir d'acide sulfurique, des travaux par point chaud (meulage) effectués par une entreprise sous-traitante avaient déclenché accidentellement un incendie dans un bassin de stockage de boues d'hydrocarbures ([36561](#)).

Si l'accident majeur présente le plus souvent une faible probabilité d'occurrence à l'échelle d'un site industriel, cette faible probabilité, en regard de celles liées à d'autres risques sociétaux, est susceptible de fausser la perception qu'en ont des acteurs raisonnant à l'échelle de temps courte et dans un environnement restreint. Cette distorsion sur les échelles temporelles et spatiales peut conduire à une analyse partielle sous-estimant les possibilités d'accidents graves d'un site. Les dimensions historiques et transversales prennent tout leur sens, car elles permettent d'élargir considérablement le champ d'expérience pour progresser plus vite et à moindre coût en intégrant la gestion des difficultés déjà connues par d'autres acteurs.

Même si la pratique du retour d'expérience semble complexe et coûteuse, son apport pour la sécurité des installations est inestimable : il permet d'identifier et de prévenir des contextes accidentels qui ne pourraient être détectés autrement. Le dialogue interne et externe nécessaire à la gestion du retour d'expérience entraîne aussi des apports indirects, dans les domaines techniques, économiques et sociaux en raison des relations et de la qualité des décisions qui en résultent. Le retour d'expérience est un outil puissant au service de tous les objectifs stratégiques de l'entreprise : sécurité, mais aussi coûts et productivité.

La mise en œuvre de la démarche reste cependant très disparate d'une activité à une autre et d'un groupe ou d'un établissement à un autre. L'organisation atteint des degrés très sophistiqués dans certains cas, alors qu'elle n'est qu'embryonnaire ou improvisée dans d'autres. Il est fréquent de constater que les entités et les personnes ayant eu à connaître un accident grave sont les plus actives dans ce domaine, le coût de l'accident s'avérant souvent extrêmement supérieur à celui de la prévention. Des marges de progrès semblent toutefois importantes.

Les conditions du progrès paraissent résider dans :

- une dynamique portée par le sommet de l'entreprise entraînant salariés et sous-traitants ;
- une culture insérée dans le professionnalisme des acteurs, qui les sensibilise à l'utilisation de leur expérience quotidienne comme source d'enseignements avec la gestion des accidents, mais aussi des incidents et des défaillances élémentaires (cf. disposition de la directive SEVESO relative à la gestion du retour d'expérience intégrée au SGS) ;
- une organisation et des méthodes appropriées à chaque secteur et adaptées à chaque entreprise pour percevoir, collecter, hiérarchiser et traiter ces événements ;
- un climat favorable pour que les acteurs perçoivent l'intérêt de l'implication dans la démarche de retour d'expérience (valorisation de cette implication, écoute du terrain). Cet intérêt dépasse souvent la simple prévention des accidents pour couvrir une large gamme de risques auxquels l'entreprise est exposée.

A défaut de disposer de ressources importantes, un exploitant peut mettre en œuvre ce retour d'expérience dans la durée et de façon adaptée à ses moyens s'il l'inscrit au cœur du système de gestion de la sécurité et si les enjeux sont compris par tous dans l'entreprise (terrain, encadrement, direction). A ce titre, le guide édité en français par le SPPPI PACA propose une aide méthodologique à la mise en œuvre de façon simple d'un retour d'expérience événementiel (incident ou accident) dans les petites entités [5].

Bibliographie :

[1] BARPI – Importance des retours d'expérience pour améliorer le niveau de prévention des risques dans les installations classées – article paru dans Préventive Sécurité septembre - octobre 2010

[2] INERIS – Les échecs organisationnels du retour d'expérience – Décembre 2009

[3] US CHEMICAL SAFETY BOARD (CSB) - Seven Key Lessons to Prevent Worker Deaths During Hot Work In and Around Tanks – Février 2010

Film CSB: "Effective Hazard Evaluations and Gas Monitoring Procedures around Storage Tanks" – Juin 2010

[4] BARPI - Travaux dans les silos de matières végétales, Danger !

INRS - ATEX Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives - Guide méthodologique

MEEDDAT - Guide de l'état de l'art sur les silos pour l'application de l'arrêté ministériel relatif aux risques présentés par les silos et les installations de stockage de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des poussières inflammables - Version 3 – 2008

Film CSB: "Combustible Dust: An Insidious Hazard" – Juillet 2009

[5] SPPPI-PACA – Guide de bonnes pratiques : Retour d'expérience Sécurité industrielle à l'attention des PME / PMI – Novembre 2008

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

         **ARIA 120 - 07/07/1989 - PAYS-BAS - FARMSUM**
 20.59 - *Fabrication d'autres produits chimiques n.c.a.*
 Dans une usine de tamis moléculaires, un réservoir d'ammoniaque est remis en ligne après soudage d'un nouveau fond, puis l'équipe du soir effectue des essais de remplissage sans faire mention dans son rapport de fin de poste. Au cours du poste suivant, de nouvelles réparations sont effectuées sur le réservoir considéré comme vide. Lors du meulage d'une tuyauterie, des étincelles provoquent une déflagration des vapeurs d'ammoniac confinées et la projection du fond du réservoir à 60 m contre un bâtiment administratif du site. Un sifflement avant l'explosion alerte les employés, aucun d'eux ne sera blessé. Le réservoir aurait contenu 50 l d'ammoniaque à 25 %.

         **ARIA 169 - 09/08/1989 - 69 - SAINT-FONS**
 20.59 - *Fabrication d'autres produits chimiques n.c.a.*
 Des travaux de meulage doivent être menés sur un réservoir ayant contenu de l'acide sulfurique. Toutes les procédures travaux (neutralisation de boues restantes par du carbonate, mesures d'oxygéno-métrie-explosimétrie en divers endroits) sont correctement effectuées. Au début de l'opération, une déflagration se produit à l'intérieur du réservoir. Un mort et 2 blessés graves sont à déplorer. Le réservoir est partiellement détruit. Cette explosion est due à la présence d'hydrogène (100 g) dans une zone morte où aucune mesure n'a été faite. L'hydrogène provient de la corrosion du fer du réservoir par l'acide sulfurique.

         **ARIA 177 - 02/02/1989 - 60 - VILLERS-SAINT-PAUL**
 20.14 - *Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base*
 Une explosion est provoquée par des travaux de soudure effectués par une entreprise extérieure sur un bac de benzène de 1 000 m³. 1 mort, 2 blessés sont à déplorer. Le réservoir est soulevé et projeté à l'extérieur de l'établissement. Aucun dommage n'est à signaler hors du site. Une enquête judiciaire en cours détermine les circonstances précises de cet accident.

         **ARIA 535 - 28/11/1988 - ETATS-UNIS - KANSAS CITY - MISSOURI**
 42.2 - *Construction de réseaux et de lignes*
 Un incendie d'origine criminelle et une explosion de 15 t de nitrate d'ammonium se produisent sur un chantier d'autoroute. Cette première explosion est suivie d'une seconde concernant cette fois 7 t du même produit ; 6 pompiers sont portés disparus, une personne est blessée. Les vitres sont brisées dans un rayon de 15 km.

         **ARIA 1960 - 21/05/1990 - 06 - GRASSE**
 20.42 - *Fabrication de parfums et de produits pour la toilette*
 Dans une parfumerie produisant des arômes alimentaires, une explosion se produit sur une cuve de 25 000 l d'alcool éthylique causant 1 mort et 2 blessés. L'usine est évacuée. Des travaux de soudure sont à l'origine de l'accident.

         **ARIA 4869 - 23/11/1993 - 77 - FRESNES-SUR-MARNE**
 06.10 - *Extraction de pétrole brut*
 Des explosions et un incendie se produisent dans un stockage de pétrole brut associé à un puits de production (11 m³/j à 60% d'eau, 12 Nm³ / t de gaz). Trois des 5 réservoirs de 37,5 m³ explosent, 2 sont projetés à 10 m hors de la cuvette de rétention. Des travaux de soudage réalisés par une entreprise locale, exécutés sans consignes écrites sur les réservoirs partiellement vidangés et non dégazés, sont à l'origine du sinistre. L'un des opérateurs projeté à 30 m décède sur le coup, un second est grièvement blessé (arrêt de travail de 2 mois). Un employé d'une carrière voisine venu en secours est légèrement blessé. L'extinction des 23,3 m³ de brut subsistant dans le bac-séparateur est obtenue en 3/4 h par 70 pompiers. Aucun permis de feu n'avait été délivré.

         **ARIA 5009 - 29/10/1987 - 44 - NANTES**
 46.75 - *Commerce de gros de produits chimiques*
 Dans un entrepôt dont le contenu est mal connu, la décomposition auto-entretenu d'un stock de 850 t d'engrais NPK 15-8-22 livré 5 jours plus tôt entraîne la formation d'un nuage de 10 km de long dérivant vers l'Ouest et dans lequel de l'acide nitrique et du chlore sont décelés.

Le plan ORSEC est déclenché ; 200 pompiers, 627 policiers, 489 gendarmes, 356 militaires, 200 secouristes et plus de 1000 fonctionnaires communaux sont mobilisés ; un large plan d'évacuation concernant 7 communes situées sous le vent de l'entrepôt est engagé. Le sinistre sera maîtrisé après 7 h d'intervention.

Le bilan humain fait état de 3 employés intoxiqués dont 1 devra rester en observation à l'hôpital pour 24 h. Bien que la mesure globale d'évacuation ait concerné une population de 70 000 personnes, les effectifs réellement déplacés pendant 9 h sont évalués à 38 000 personnes. La LOIRE n'est que faiblement polluée compte-tenu de la forte dilution des eaux d'extinction.

De part ses conditions de transport (dans les cales d'un navire ayant précédemment stocké du blé) et ses conditions de stockage (sur un lit de sciure de bois), l'engrais en cause s'est trouvé étroitement mélangé à des matières organiques dont la concentration en certains points a pu être élevée. Par ailleurs, l'installation électrique du site d'une grande vétusté est en cause. La zone de début de combustion est à l'aplomb des câbles électriques qui pendaient sous le système aérien de manutention des substances stockées et dont les extrémités sectionnées étaient probablement ensevelies dans la masse d'engrais. Dans ces conditions, l'ignition s'est probablement produite dans les profondeurs du tas d'engrais, à proximité immédiate de la masse contaminée par la sciure et des conducteurs électriques enfouis. La propagation de l'incendie s'est ensuite faite par décomposition auto-entretenu de l'engrais.

Le sinistre n'aurait par ailleurs pas atteint une telle ampleur si des moyens d'intervention efficaces avaient été mis en oeuvre dès la détection de l'échauffement.

         **ARIA 5232 - 03/05/1994 - 31 - PORTET-SUR-GARONNE**
 42.13 - *Construction de ponts et tunnels*
 Dans un stockage de matières bitumineuses d'une société de BTP comportant 17 cuves dont une d'acide chlorhydrique, le ciel gazeux d'un bac vertical rempli à la moitié de sa capacité de "cut-back 0/1" (soit 18 t de bitume fluidifié à 40 % de kérosène / PE < 55 °C) explose vers 14h30, durant des travaux d'installations de passerelles et rambardes entre les réservoirs. Le bac est projeté à une vingtaine de mètres et les 2 employés, qui intervenaient à priori avec une ébarbeuse à proximité de l'événement du réservoir, décèdent après

avoir été projetés à 30 m. Le bitume fluidifié se répand provoquant un incendie et, moins de 5 min plus tard, l'explosion d'une capacité de bitume vide non dégazée, qui est à son tour projetée sur le toit d'une unité située à une dizaine de mètres. La circulation est interrompue dans la rue adjacente desservant un centre commercial. Les riverains et clients d'un commerce voisin ainsi que des badauds sont évacués. L'incendie qui a également embrasé un rideau d'arbres en limite de propriété est éteint par les secours publics arrivés rapidement sur les lieux.

Les ruptures des 2 bacs se sont produites au niveau de la liaison virole / fond. La capacité d'HCl a fondu sous l'effet de la chaleur, 12 autres réservoirs ainsi que la toiture du bâtiment de l'unité de fabrication voisine sont endommagés et 7 véhicules du personnel de l'entreprise sont détruits ; les cuvettes de rétention ont subi d'importants dégâts. Les dommages matériels sont évalués à 5 MF.

Lors de son enquête, l'inspection des IC relève que les consignes affichées près du dépôt ne mentionnent pas l'interdiction d'approcher des installations avec des appareils susceptibles d'engendrer des étincelles ou points chauds, qu'aucune analyse de risques n'a été effectuée avant les travaux, que les "consignes" de travaux ont été uniquement verbales et que les caractéristiques d'inflammabilité du "cut-back 0/1", liquide inflammable de 1ère catégorie, étaient méconnues de l'exploitant.

L'inflammation initiale a vraisemblablement été causée par une étincelle ou un point chaud lié aux travaux qui a allumé un ciel gazeux à l'extérieur du réservoir de cut-back 0/1. Les vapeurs ont pu "se former" soit à l'extrémité du flexible de 6 m de long, mis en place par les intervenants pour les dévier vers le bas de la capacité, soit à la liaison flexible-évent si celle-ci n'était pas totalement étanche, soit à un orifice dans le dôme réservé à l'instrumentation (câble de mesure de niveau). Après inflammation des vapeurs en milieu non confiné, la flamme aurait pénétré dans la cuve provoquant l'explosion et la projection du réservoir.

A la suite de l'accident, l'exploitant implante un nouveau stockage d'une capacité inférieure à 150 t d'émulsion, rédige au plan national un manuel de sécurité et met en place une formation à la sécurité pour le personnel. L'installation est définitivement arrêtée le 05 octobre 2007.

    **ARIA 6268 - 13/12/1994 - ETATS-UNIS - PORT NEAL**

20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

   Une explosion se produit à 6h10 dans une unité de production de nitrate d'ammonium (119 employés).
   Un missile éjecté lors de l'explosion perce une brèche de 15 cm dans un stockage d'ammoniac de 3 800 m³, générant une fuite de 30 kg/s de débit. Le plan d'urgence externe est déclenché. Dans un rayon de 30 km autour de l'usine, 2 500 riverains sont évacués jusqu'au soir, après dispersion d'un nuage d'ammoniac dont l'extension signalée atteint 15 km. On déplore 4 morts parmi les employés et 18 blessés dont 2 dans le public. L'explosion endommage des maisons d'habitation et d'autres bâtiments extérieurs à l'établissement. Une ligne à haute tension traversant le Missouri est affectée, interrompant l'alimentation dans l'état voisin.

    **ARIA 8781 - 18/10/1982 - 57 - METZ**

11.06 - Fabrication de malt

   Une explosion se produit à 14h15 dans la tour d'exploitation d'un silo d'une malterie durant des travaux de réfection des dalles et d'aménagement du système de dépoussiérage, effectués par 3 entreprises sous-traitantes ; le taux de remplissage des cellules est de 12 000 t pour une capacité théorique de 15 000 t. Une 2ème explosion plus puissante se produit quelques secondes plus tard provoquant l'effondrement de la tour et de 8 des 14 cellules d'orge et de malt. Des flammes sont aperçues à différents endroits du silo ; 12 salariés, personnel de l'entreprise et sous-traitants, chauffeurs de poids-lourds (clients ?), sont tués et ensevelis sous les décombres, trois personnes sont blessées dont une gravement. D'importants moyens de secours sont mobilisés dans l'espoir de dégager des survivants (600 personnes dont des équipes cynophiles, 2 grues de 150 et 300 t...). L'instabilité des structures résiduelles et l'énorme amas de blocs de béton et matériels divers recouverts de grains rendent l'intervention très difficile ; la dernière victime est dégagée 5 jours plus tard. Une combustion des grains durera plusieurs jours en partie supérieure des cellules restées en place. Les dégâts matériels, circonscrits au silo et à son environnement sur une distance approximativement égale à la hauteur des installations, sont évalués à 70 MF (valeur 1982). Les déchets d'orge et de malt mis en décharge dans une ancienne gravière pollueront pendant 2 ans la nappe alluviale de la MOSELLE dans une zone de captage.

La cause et le déroulement exacts des explosions n'ont pu être déterminés avec précision. L'hypothèse la plus probable est qu'une 1ère explosion dans la tour provoquée par la conjonction d'une source d'inflammation liée aux travaux (ou à un comportement de fumeur) et d'une atmosphère explosive a entraîné un soulèvement de poussières dans l'installation avec propagation d'une 2ème explosion dans l'ensemble de la tour puis dans la galerie supérieure et les espaces intercellulaires provoquant les effondrements constatés (cellules "extérieures", tour de travail). L'enquête révélera également l'important empoussièrément du site, des équipements techniques insuffisants (système de dépoussiérage compliqué et inadapté en terme d'efficacité, absence d'événements...), des défaillances organisationnelles (pas de note de service relative à la sécurité dans l'établissement, aucune consigne écrite pour les travaux, pas de procédure de permis de feu...) et une sous-estimation des risques d'incendie et d'explosion par l'ensemble du personnel.

    **ARIA 11145 - 30/08/1972 - AUSTRALIE - TAROOM**

49.41 - Transports routiers de fret

   Un petit feu d'origine électrique se déclare dans le moteur d'un camion transportant 18,5 t de nitrate d'ammonium, conditionné dans 510 sacs en polyéthylène et destiné à la fabrication d'explosif. Le câblage du véhicule était défectueux. Le feu gagne la remorque, 7 t de nitrate d'ammonium fondent et coulent sur la route sur 110 m. Plusieurs dizaines de mn après le début du sinistre, le chargement explose, tuant le conducteur et 2 riverains venus à l'aide et se trouvant à proximité. Leurs corps sont projetés à 30 m. Des débris du camion sont retrouvés à 2 km. Un cratère de 10 de diamètre et de 1 m de profondeur est creusé. L'explosion s'explique notamment par l'état liquide du nitrate et sa contamination par du noir de carbone généré par la combustion des pneumatiques du véhicule.

    **ARIA 11345 - 12/03/1997 - ITALIE - PESCHIERA DEL GARDA**

37.00 - Collecte et traitement des eaux usées

   Dans une station d'épuration communale des eaux usées, une explosion se produit au cours de travaux de réparation dans un silo en béton de fermentation et de production de biogaz. Des résidus gazeux et des opérations de soudage seraient à l'origine du sinistre. Deux ouvriers sont projetés à l'extérieur et sont tués, un troisième tombe au fond de l'édifice et est sérieusement blessé. Le toit du silo est soufflé.

    **ARIA 12038 - 24/12/1986 - 13 - CHATEAUNEUF-LES-MARTIGUES**

19.20 - Raffinage du pétrole

   Lors d'une opération de soudage, une explosion survient sur un bac de fioul lourd tuant une personne et blessant gravement une autre personne.

    **ARIA 12271 - 15/04/1947 - ETATS-UNIS - TEXAS CITY**

50.20 - *Transports maritimes et côtiers de fret*

 Dans un port, un navire, contenant déjà divers matériels, est chargé d'engrais (à base de nitrate d'ammonium). Le produit est conditionné en sacs de 45 kg et se présente sous forme de petits grains bruns (composition : 32,5 % azote, 4 à 5 % charge minérale, 1% enrobant, mélange vaseline/résine).
 Lors du chargement, 1 400 t sont placées dans la cale 2 et 800 t dans la cale 4. Le lendemain à 8 h, après détection de fumées dans la cale 4, de l'eau en quantité limitée est jetée sur le foyer présumé puis la cale est refermée, ventilation inhibée (par bouchage des orifices). Le sinistre se développe, la pression fait ouvrir les orifices par lesquels de la fumée rouge orangée sort. A 9 h, la coque est déjà brûlante. Une très violente explosion se produit à 9h12. Des projectiles, parfois de grosse taille, sont retrouvés loin du sinistre (ancre de 1,5 t projetée dans une raffinerie à plus de 3 km). L'explosion entraîne un raz de marée sur les berges. Un navire voisin, chargé de soufre et de nitrate d'ammonium (961 t), prend feu à son tour. Une tentative de remorquage au large l'éloigne des côtes de 50 m environ. Au matin (1 h), il explose. L'accident fait environ 581 morts et environ 3 500 blessés. Les dégâts dans le port et sur les habitations sont très importants. Les vitres sont détruites. Des réserves de carburant ont pris feu après la seconde explosion, de même que des silos. 5 j après la catastrophe, des incendies ravagent encore la ville.

    **ARIA 13357 - 19/05/1998 - 79 - PAMPROUX**

10.9 - *Fabrication d'aliments pour animaux*

 Dans un établissement de fabrication d'aliments pour le bétail, des travaux de soudure sur le toit d'une cellule d'une capacité de 140 t et contenant 40 t de tourteaux de colza sont à l'origine d'une explosion dans le ciel de l'enceinte. Le toit métallique et les toits en éverite des bâtiments voisins sont soufflés.
 L'ouvrier, appartenant à une entreprise extérieure, est légèrement blessé. Les dommages sont estimés à 30 kF. Les termes du permis de feu délivré pour cette opération étaient trop imprécis. L'administration constate les faits.

    **ARIA 14373 - 21/09/1921 - ALLEMAGNE - OPPAU**

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

 Dans une usine chimique, une explosion détruit un bâtiment abritant 4 500 t de sulfo-nitrate d'ammonium
 50-50, formant un cratère de 90 m de large, 125 m de long et 20 m de profondeur. Peu après de multiples feux se déclarent sur les installations par effet domino et d'autres explosions moins importantes se produisent. Entendue à plus de 275 km, la détonation crée un sentiment de panique dans la population. Un nuage vert foncé assombrit le ciel de la région, les télégraphes et télécommunications sont détruits... Des dommages seront relevés à plusieurs dizaines de km du lieu de l'accident.

Le bilan de la catastrophe est très lourd : 561 morts, 1952 blessés et plus de 7 500 sans-abris. Près de 80 % des bâtiments de la ville d'Oppau sont détruits, d'importants dommages sont relevés à Ludwigschafen et Mannheim. A Heidelberg, à 30 km d'Oppau, la circulation est stoppée en raison de la présence massive de débris de verre sur la chaussée. L'ampleur des dommages matériels et le nombre élevé de victimes compliquent l'intervention des secours. Dans une période politiquement, socialement et économiquement très troublée, 3 ans seront nécessaires pour effacer toutes les traces de l'accident.

L'enquête difficile qui suit dure plus de 2 ans. Un rapport publié en 1925 établira que l'accident fait suite à un tir d'explosif effectué dans le stock de sulfo-nitrate d'ammonium pour dérocher l'engrais pris en masse (mélange hygroscopique). Quelques mois avant celui-ci, des modifications apportées au procédé de fabrication avait permis d'obtenir un engrais moins chargé en humidité (2 % au lieu de 3 à 4 %), avec une densité apparente plus faible, mais le rendant plus explosif. Par ailleurs, la composition du tas de 4 500 t de mélange de sulfo-nitrate d'ammonium était probablement hétérogène, avec des zones plus riches en nitrate d'ammonium. Or l'explosivité d'un mélange sulfo-nitrate d'ammonium augmente considérablement lorsque sa proportion en nitrate d'ammonium passe de 50 à 60 %. Ainsi lors du tir de mine, un mélange enrichi en nitrate d'ammonium a pu détoner et entraîner la détonation des portions voisines de mélange 50-50 ; la détonation ne s'est pas étendue à l'ensemble du stock dont seuls 10 % ont explosés et notamment pas aux zones de densité plus élevée.

Lors d'essais préalables à la production réalisés en 1919, l'exploitant avait conclu à la non explosivité des mélanges de sulfate / nitrate d'ammonium à moins de 60 % de nitrate d'ammonium. Cet engrais était traité en conséquence comme une matière non dangereuse. Lors de la modification du procédé en 1921, aucun test supplémentaire n'avait été réalisé sur le mélange ainsi obtenu. L'accident montre qu'une modification en apparence minime des propriétés du produit fabriqué peut augmenter de façon très nette sa sensibilité à l'amorce.

    **ARIA 14732 - 28/07/1947 - 29 - BREST**

50.20 - *Transports maritimes et côtiers de fret*

 Un navire norvégien à quai contient 3 133 t de grains de nitrate d'ammonium en sacs dans ses cales 1, 3 & 5 et, en pontée au-dessus de celles-ci, des substances combustibles ou inflammables : mazout, peintures, lubrifiants, caoutchouc, polystyrène, paraffine, méthyl éthyl cétone, alcool butylique... Vers 12h30, une fumée blanche puis jaune sort d'une manche d'aération de la cale 3. Le système d'extinction à la vapeur est inutilement mis en oeuvre (apport de chaleur, oxygène présent dans le nitrate). Des fumées rouges s'échappent des autres manches de la cale. Un grondement sourd se fait entendre. Les secours ouvrent le panneau d'accès qui vibre. Le feu s'intensifie, des explosions projettent des marchandises sur le pont ou dans l'eau. Des flammes atteignent des entrepôts sur un quai (effet domino). Des remorqueurs éloignent le bateau du port mais celui-ci, superstructures en feu, s'échoue à 14 h sur un banc trop près de la ville. A 17 h, l'incendie gagne l'avant, le pétrole des fûts de la cale n°2 s'enflamme, des flammes jaillissent de la cale n°1 abritant 739 t de nitrate. Les bateaux s'éloignent. Une explosion à 17h25 tue 26 personnes, des centaines d'autres sont blessées. Une vague de 5 m déferle sur les quais, la ville bombardée de projectiles subit d'importants dommages (usine à gaz, dépôts de pétrole en feu...). Des vitres auraient été soufflées à 70 km et une ferraille retrouvée à 22 km. De la paraffine et autres matières en fusion auraient coulé sur le nitrate.

    **ARIA 16467 - 10/08/1999 - 76 - FECAMP**

20.17 - *Fabrication de caoutchouc synthétique*

 Dans une usine de caoutchouc, une explosion a lieu dans une cuve de lubrifiant, habituellement brassée et maintenue à 45°C, contenant 18 t de trinonyl phénylphosphite (TNPP ou TNPA) et dont le circuit de chauffage s'est rompu 7 jours plus tôt. Le TNPP pollué devant être éliminé, l'accident a lieu lors de travaux de sciage pour enlever une passerelle gênant l'ouverture du trou d'homme. Le TNPP s'est hydrolysé au contact de l'eau fuyant par le serpentini rompu, l'acide phosphoreux formé a attaqué l'acier de la cuve provoquant la formation d'hydrogène. L'hydrolyse relativement lente a sans doute été catalysée par des particules de métal (rouille, etc.). Un opérateur est grièvement blessé lors d'une chute. La nouvelle installation sera naturellement ventilée et protégée de la pluie ou de toute autre entrée d'eau potentielle. Une ceinture chauffante (avec T max. < T de dégradation du TNPP) remplace le serpentini. Une consigne rappelant la sensibilité du produit à l'eau est affichée.

          **ARIA 17972 - 29/04/1942 - BELGIQUE - TESSENDERLO**
 YY.YY - *Activité indéterminée*
 150 tonnes de nitrate d'ammonium contenues dans un silo explosent faisant plusieurs centaines de morts et des dégâts importants. L'explosion est causée par un tir à l'explosif pratiqué dans la masse de nitrate enrochée. En effet, il était pratique courante dans cette usine de désagréger à l'explosif du chlorure de potassium brut et le jour de l'accident, un ouvrier a cru pouvoir faire de même avec le nitrate d'ammonium.

          **ARIA 17974 - 26/07/1921 - POLOGNE - KNUROW (KRIEWALD)**
 20.51 - *Fabrication de produits explosifs*
 Dans une société fabriquant divers produits dont des explosifs, 30 tonnes de nitrate d'ammonium explosent, à la suite d'une désagrégation d'un chargement de nitrate en vrac par un tir d'explosifs. Un cratère en forme d'entonnoir de 20 m de diamètre est creusé dans le sol. Le bilan humain fait état de 19 morts.

          **ARIA 21241 - 04/09/2001 - 35 - MONTAUBAN**
 10.91 - *Fabrication d'aliments pour animaux de ferme*
 Dans une fabrique d'aliments pour animaux, une explosion suivie d'un incendie se produit dans un des silos destiné au stockage de matières premières broyées où l'employé d'une société extérieure effectue des travaux de soudage à l'arc. L'ensemble des installations est arrêté en urgence et l'employé grièvement blessé est évacué. La poursuite des opérations de remplissage sur les autres capacités a provoqué le déversement de poussières dans le silo en cours de travaux par l'intermédiaire du barillet rotatif desservant l'ensemble des tuyaux d'alimentation des silos. Le mélange air-poussières a explosé au contact de l'arc électrique de la soudure effectuée par la victime, employé d'une société sous-traitante de l'entreprise chargée des travaux. L'analyse, par l'inspecteur des installations classées, du plan de prévention et des opérations effectuées avant travaux montre d'une part le non-respect de plusieurs points de la procédure prévue et son insuffisance, d'autre part l'absence ou une mauvaise organisation du contrôle, de sa connaissance et de son exécution. En particulier le permis de feu délivré par l'opérateur réalisant les travaux de mise en sécurité supprime tout contrôle de 2^{ème} niveau. L'exploitant est mis en demeure de réviser ses procédures.

          **ARIA 21737 - 17/07/2001 - ETATS-UNIS - DELAWARE CITY**
 19.20 - *Raffinage du pétrole*
 Alors que des sous-traitants travaillent à chaud sur la rénovation d'une passerelle au-dessus du réservoir 396 dans une raffinerie, le réservoir 393, contenant un mélange d'acide sulfurique (H₂SO₄) et d'hydrocarbures dit H₂SO₄ "usé", explose vers 13h30. Le réservoir se soulève et s'effondre vers le nord, provoquant la chute de la passerelle et le relargage de 1 000 m³ de H₂SO₄. La force de l'explosion endommage le 396 qui relâche 1 332 m³ de H₂SO₄. L'acide, à la surface duquel les matières inflammables brûlent, fait déborder les rétentions et le réseau d'eau usées et se répand dans les allées. L'exploitant estime que 375 m³ se sont déversés dans le DELAWARE, tuant 2 500 poissons et 250 crabes. L'agence de protection de l'environnement (EPA) estime que le volume total d'H₂SO₄ perdu est de 4 164 m³.
 Le bilan est de 1 mort et 8 blessés par brûlures aux yeux et aux poumons ainsi que des nausées à cause des vapeurs. En raison de la contamination acide et des quantités encore présentes dans les réservoirs intacts, les équipes d'intervention ne peuvent entrer dans la zone que le 17 août soit 32 jours après l'accident. Les recherches du corps de l'ouvrier sont arrêtées le 18 septembre. Le bureau fédéral chargé des accidents chimiques (CSB) effectue une enquête.
 Le rapport final montre plusieurs négligences. Le 393 avait été converti du stockage de H₂SO₄ "propre" à celui de H₂SO₄ "usé" en 2000 sans précaution. Contrairement au H₂SO₄ "propre", le H₂SO₄ "usé" contient des hydrocarbures et des vapeurs inflammables peuvent se former, nécessitant un inertage au CO₂. Sur le 393, ce système consistait en un simple tuyau de caoutchouc introduit dans le réservoir ne délivrant qu'un faible débit de CO₂. Le réservoir présentait également plusieurs trous causés par la corrosion par lesquels pouvaient s'échapper les vapeurs inflammables et la dernière inspection remontait à 1996. Le propriétaire de la raffinerie était conscient de ces faiblesses mais avait tout de même délivré un permis de feu. Les sous-traitants n'étaient pas informés de la présence de ces vapeurs et n'avait procédé à la détection des gaz que le matin, en arrivant sur le site. Ils auraient dû reconstruire les gaz en début d'après-midi, alors que la température avait augmenté. De plus, ils n'avaient pas installé de protections contre la projection d'étincelles, contrairement aux indications du permis.
 L'Etat fédéral et l'Etat du Delaware engagent des poursuites judiciaires. L'exploitant paye 370 kEuros de dépollution, 6 MEuros pour l'amélioration de la sécurité, 32,4 MEuros pour les dommages corporels, 130 kEuros pour les frais d'intervention des secours publics et 10,2 MEuros d'amendes pour dommages écologiques.

          **ARIA 22278 - 10/10/1985 - ITALIE - RIPALTA ARPINIA**
 20.15 - *Fabrication de produits azotés et d'engrais*
 Dans une usine de production d'engrais, un réservoir d'acide sulfurique (H₂SO₄) explose alors que 2 opérateurs effectuent des découpes à la flamme oxyacétylénique à proximité pour retirer des plaques fixées par des écrous. Ils sont tués par l'explosion. Le réservoir projeté à travers l'atelier détruit 2 autres stockages de H₂SO₄ dont le contenu se déverse dans une capacité de rétention. Le nuage acide qui s'évapore de cette flaque se dissipe rapidement sans avoir la moindre conséquence pour la population riveraine. Du carbonate de sodium est épandu pour neutraliser l'acide et éviter la corrosion des canalisations d'ammoniac passant dans la rétention.
 L'ignition d'hydrogène accumulé dans le réservoir par la flamme oxyacétylénique est à l'origine de l'explosion. Cet hydrogène est le produit de la corrosion de l'acier du réservoir par l'acide sulfurique due à un entretien insuffisant du parc de stockage.

          **ARIA 23705 - 01/01/1989 - 76 - GONFREVILLE-L'ORCHER**
 20.16 - *Fabrication de matières plastiques de base*
 Dans une usine chimique, une explosion d'hydrogène (H₂) se produit dans un réservoir de 100 m³ d'acide sulfurique (H₂SO₄) vide. Construite en 1973, la capacité de stockage est soulevée de 5 cm, mais ses ancrages résistent à l'explosion. Le réservoir est réparé en installant un renfort de type cornière au niveau de la liaison fond / robe et les 4 goujons d'ancrage vissés sont remplacés. L'accident n'est pas daté avec précision. Un accident de nature comparable impliquera à nouveau ce réservoir en 2009 (ARIA 36628).

          **ARIA 24977 - 02/07/2003 - 91 - MORSANG-SUR-SEINE**
 36.00 - *Captage, traitement et distribution d'eau*
 Dans une usine de traitement des eaux, une réaction exothermique provoque l'explosion d'une cuve de rétention puis l'émission de vapeurs acides. Un périmètre de sécurité de 50 m est établi autour de l'usine, *développement durable, des transports et du logement – DGPR/SRT/BARPI*

les habitations les plus proches se trouvant à 300 m. Une cinquantaine de pompiers localise la fuite ; les gaz formés se sont échappés par le système de ventilation desservant le local où a eu lieu l'explosion. Les produits contenus dans la cuve détruite sont récupérés dans le bac de rétention qui l'entoure. Ils sont pompés et évacués vers un centre de traitement extérieur. L'accident est sans conséquence sur la production d'eau assurée par les 2 tranches restantes et n'a provoqué aucun rejet dans le milieu naturel. L'explosion s'est produite dans une cuve en acier au sous-sol du bâtiment de stockage du site ; elle servait de rétention déportée provisoire au stockage d'acide sulfurique (H2SO4) durant la remise en état de la capacité de rétention habituelle. L'accident pourrait être dû, soit à l'arrivée brutale d'acide dans la cuve entraînant une réaction violente avec l'acier puis une production d'hydrogène, soit à une réaction violente causée par un mélange de l'H2SO4 avec un produit contenu dans la cuvette ou avec un produit jeté dans l'avaloir par un tiers.

    **ARIA 25087 - 04/07/2003 - ETATS-UNIS - FRAMINGHAM**

42.11 - Construction de routes et autoroutes

   Une explosion survient dans une usine spécialisée dans la fabrication de goudron, sur un important réservoir d'asphalte. Un employé qui soudait au chalumeau est projeté à une dizaine de m de haut : il est grièvement blessé et hospitalisé dans un état critique. Un second employé, brûlé, est également hospitalisé de même qu'un pompier, incommodé par la chaleur. L'explosion a ébranlé plusieurs maisons et usines aux alentours. Plus de 20 pompiers maîtrisent le sinistre après 1 h de lutte par pulvérisation de mousse.

    **ARIA 27273 - 08/06/2004 - JAPON - AKITA**

20.20 - Fabrication de pesticides et d'autres produits agrochimiques

   Dans une usine agrochimique, une explosion se produit au niveau d'un réservoir d'acide fluorhydrique vidangé alors que 4 ouvriers effectuent des travaux de soudure sur des canalisations à proximité. Un des opérateurs meurt de ses brûlures, les 3 autres sont blessés. Selon l'exploitant, les mesures de pollution d'air effectuées autour de l'usine n'ont pas révélé la présence de produits toxiques et les conséquences sur l'environnement et les riverains de l'usine seraient faibles. Une enquête est effectuée pour déterminer les causes de l'accident. La présence d'hydrogène pourrait en être à l'origine. A l'exception de l'unité déjà à l'arrêt pour maintenance, l'activité de l'usine n'est pas interrompue.

    **ARIA 28569 - 26/10/2004 - 47 - LAVARDAC**

33.20 - Installation de machines et d'équipements industriels

   Une explosion se produit dans une usine de rénovation et d'entretien de chaudières lors de travaux sur un appareil en réparation. Un opérateur avait préalablement démarré à l'acide chlorhydrique, puis neutralisé à la soude et vidangé l'acide passivé utilisé. L'entartrage important nécessite une 2ème injection d'acide, puis des travaux de soudage sont effectués sans vidange cette fois de la chaudière. De l'hydrogène résultant d'une réaction métal + acide serait à l'origine de l'accident. Un employé dans le coma est hospitalisé. L'inspection du travail note des conditions d'exploitation défavorables à la protection de l'environnement : absence de contrôle du pH des rejets, de procédures...

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

20.13 - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

   Un pipeline transportant du chlore gazeux (Cl2) explose entre une plate-forme chimique (producteur) et un fabricant d'élastomères (utilisateur). La canalisation, construite en 1961 pour le transport d'acide chlorhydrique (HCl), est exploitée depuis 1986 pour transférer du Cl2 désoxygéné et séché. D'un diamètre de 200 mm et de 3 600 m de long, en acier peint, calorifugée et tracée sur la partie externe supérieure par un tube de chauffage par effet de peau, elle fonctionne à 4 bar relatifs et 30 °C. Depuis la veille, la production étant stoppée pour un arrêt de maintenance de 10 j, la pression dans le 'chloroduc' a été ramenée à 0,25 bar.

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

Une explosion H2 / Cl2 serait à l'origine de l'accident. La formation d'H2 (20%) s'explique par la combinaison de plusieurs éléments : introduction accidentelle d'humidité dans la conduite lors d'une ancienne opération de maintenance entraînant l'hydratation du chlorure ferrique présent, changement de phase cristalline du dépôt dû selon l'exploitant à un chauffage excessif de la conduite (80 à 90 °C) favorisant l'attaque de l'acier (par l'acide hypochloreux) et la formation d'H2, chauffage résultant quant à lui d'une perte d'alimentation électrique d'un capteur de température après rupture d'un câble sur le site de l'utilisateur lors de la manipulation mal maîtrisée d'une dalle de protection de l'ouvrage 3 jours plus tôt.

En fait, la proportion d'hydrogène (20%) dégagée dans le Cl2 gazeux contenu dans la canalisation isolée à chaque extrémité, à faible pression (0,25 bar) constituait un mélange explosif qu'une très faible énergie d'initiation de l'ordre de la dizaine de microjoules suffisait à allumer.

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

    **ARIA 31082 - 26/11/2005 - 69 - PIERRE-BENITE**

20.13 - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

   Une explosion se produit sur un site chimique, provoquant l'ouverture partielle du dôme d'un bac de stockage d'acide sulfurique à 99,2 % (rempli à 300 t sur une capacité de 1500 t). L'ouverture s'est effectuée selon la circonférence du bac au niveau du raccord dôme/virole. Le POI est déclenché. Aucune émission ou écoulement n'est constaté, seules des fumerolles sont observées au droit de l'ouverture.

Aucune conséquence humaine ou environnementale n'est relevée, les dégâts matériels sont limités aux seuls équipements situés au-dessus du bac (tuyauteries d'arrivée d'acide, ligne de respiration vers le sécheur, passerelle, ligne vapeur...). La présence d'hydrogène (quelques dizaines de grammes), généré par corrosion de l'acier du bac par de l'acide faible, serait à l'origine de l'explosion. L'accident fait suite à une série d'incidents sur l'unité de production de H2SO4 par absorption de SO3 sur colonnes garnies : 2 perçages successifs des échangeurs thermiques eau/acide de la colonne de transfert, la veille de l'accident, ont entraîné l'envoi dans le bac de stockage d'acide à un titre de l'ordre de 85 % (1er incident), puis d'acide de titre pratiquement nul (2ème incident). Avant l'explosion, le bac contenait un mélange non homogène avec un titre plus faible en

surface. C'est 1h15 après la mise en service de l'agitation du bac que l'explosion s'est produite, l'ignition de H2 (qui nécessite une énergie très faible) étant probablement d'origine électrostatique. Les 2 perçages de l'échangeur thermique sont dus à un phénomène de corrosion par piqûre près des cordons de soudure du côté eau de refroidissement. La modification du traitement biocide anti-légionelles depuis 1 an aurait favorisé la corrosion par piqûre de l'installation : l'utilisation d'eau de Javel à la place du brome a fortement augmenté le pouvoir oxydant de l'eau et a donc fait chuter la température d'amorçage des piqûres de corrosion. La diminution des vitesses de passage de l'eau (due à la baisse d'activité de l'atelier sur une longue période), contribuant à l'augmentation de température du milieu, est un autre facteur aggravant à l'origine de l'accident. Les mesures prises concernent le traitement de l'eau (utilisation temporaire d'un biocide non oxydant et étude d'un traitement continu chlore-brome), la détection d'arrivée anormale d'eau dans le procédé (sonde de température alarmée, 2 titrimètres), les procédures d'exploitation (interdiction d'envoi d'acide faible dans les stockages).

      **ARIA 33574 - 05/06/2006 - ETATS-UNIS - RALEIGH**

      46.71 - Commerce de gros de combustibles et de produits annexes

      Une explosion se produit lors de l'installation d'un raccordement entre 2 réservoirs de stockage d'hydrocarbures dans un dépôt d'un champs de pétrole. Lors de travaux de soudure, des étincelles enflamment des vapeurs d'hydrocarbure s'échappant d'un tuyau ouvert à proximité.

      Des ouvriers d'une entreprise sous-traitante sont en charge des travaux sur 4 bacs interconnectés : le

bac n°4 se déverse dans le n°3 dont le trop plein rejoint le n°2 puis le bac n°1. Ils retirent la trappe à la base du réservoir n°4 pour le vidanger des résidus de pétrole brut qu'il contient. Après l'avoir rincé à l'eau, ils laissent les vapeurs d'hydrocarbures s'évaporer pendant plusieurs jours. Le jour de l'accident, un des ouvriers insère le chalumeau pour la soudure oxyacétylénique dans la trappe puis dans l'évent du côté opposé du réservoir n°4 pour vérifier l'absence de vapeur inflammable. Les 4 ouvriers montent alors sur une échelle disposée sur les bacs 3 et 4 pour réaliser les travaux. Peu après le début de l'intervention, un feu se déclare à l'une des extrémités de la canalisation du bac n°3 puis se propage au 2ème par le tuyau de débordement, les réservoirs explosent générant des flammes de plus de 15 m de haut. Les couvercles des 2 réservoirs sont arrachés, l'un d'eux est retrouvé 180 m plus loin. Les 3 ouvriers montés sur le 3ème réservoir décèdent et le 4ème, attaché par un harnais, est gravement blessé. Un témoin appelle les secours locaux et la police qui se rendent sur place.

L'analyse des risques fait état de graves manquements aux procédures de sécurité à respecter lors des travaux par point chaud malgré l'existence de guides techniques. Un détecteur de gaz aurait dû être employé, l'utilisation d'une torche de soudure étant extrêmement dangereuse. Le tuyau ouvert sur le réservoir adjacent aurait dû être couvert ou isolé avant les travaux ou, mieux, les vapeurs inflammables auraient dû être éliminées en nettoyant les bacs n°2 et 3. De plus, les sous-traitants auraient dû monter un échafaudage plutôt qu'utiliser une échelle qu'il fallait maintenir en place en la bloquant sur le bac n°3. L'entreprise sous-traitante n'avait pas établi de procédures de sécurité pour ses employés et l'exploitant du dépôt ne lui imposait pas.

L'exploitant prévoit de développer et de mettre en place des procédures écrites pour assurer des méthodes de travail sûres pour le nettoyage des réservoirs et le travail en hauteur avec points chauds.

      **ARIA 34921 - 02/05/2007 - 03 - MONTLUCON**

      20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

      Une déflagration se produit dans une usine chimique lors d'une synthèse de triacétoxyborohydrure de sodium dans un réacteur de 5300 l. Vers 17h30, l'opérateur constate le bouchage de la tuyauterie d'introduction d'acide acétique. Après avoir ouvert le trou d'homme, avec une perche en bois, le chef d'atelier fait tomber la stalactite d'acide acétique solidifié dans le réacteur : une déflagration brûle alors

gravement au visage le chef de poste.

La déflagration résulte de l'inflammation de l'hydrogène produit suite à la chute d'acide acétique, la quantité maximale d'acide acétique ainsi introduite dans le réacteur est estimée par l'exploitant à environ 3 kg ce qui a conduit à la formation d'environ 100 grammes d'hydrogène dans ce réacteur de 5300 litres. L'accident n'a pas de conséquence sur l'environnement et sur les autres installations de l'atelier.

      **ARIA 35371 - 19/10/2008 - ETATS-UNIS - LA RUE**

      06.10 - Extraction de pétrole brut

      Vers 14h30, une explosion se produit sur un site d'extraction de pétrole brut tuant deux employés qui effectuaient des travaux de soudure sur le dessus d'un bac de stockage de pétrole brut, lui-même connecté à deux autres bacs voisins. Le remplissage du bac adjacent a provoqué le déplacement des vapeurs inflammables vers le bac en travaux, qui se sont échappées par l'évent de respiration situé à

côté des employés effectuant la soudure. Le nuage inflammable a été allumé par les étincelles de la soudure et a explosé. L'enquête menée par l'administration montre que les employés (des sous-traitants) n'avaient pas effectué de mesure d'explosivité avant et pendant les travaux de soudure, il n'existait pas de procédure de travaux par point chaud ni de contrôle du chantier des entreprises extérieures, les deux sous-traitants n'avaient pas été formés aux risques des travaux par point chaud.

ARIA 36561 - IC - 27/07/2009 - 76 - GONFREVILLE-L'ORCHER

TOTAL PETROCHIMICALS FRANCE

20.16 - Fabrication de matières plastiques de base

VP - (V) (T) (C)

Dans une usine de fabrication de matières plastiques classée Seveso, un feu se déclare à 16h50 dans un bassin de décantation de résidus d'hydrocarbures contenant principalement des sables, des granules de polyéthylène, de polypropylène et des hydrocarbures lourds (boues de curage d'égouts...) sur une surface d'environ 50 m². Une épaisse fumée noire se dégage, visible jusqu'au Havre, le POI est déclenché. Les secours internes éteignent l'incendie à 17 h avec de la mousse et le POI est levé. Le flux thermique dégagé n'atteint pas la sphère de butène de 2 500 m³ située à 50 m du bassin, ni les 2 réservoirs de naphta situés à 200/250 m. Des étincelles provenant de travaux de génie civil sur une unité proche seraient à l'origine de l'incendie. Un opérateur effectuait une découpe par meulage (pose du ferrailage d'un futur mur en béton) à une distance de 2 m du bassin de décantation. A la suite de cet incendie, l'exploitant informe les mairies voisines ainsi que les membres du CLIC.

      **ARIA 38415 - 29/07/2008 - ETATS-UNIS - NC**

      17.12 - Fabrication de papier et de carton

      Dans une fabrique de carton ondulé, une opération de maintenance est prévue sur le toit en dôme d'un réservoir de 25 m contenant de l'eau et des fibres de papier. L'opération est confiée à 3 employés et consiste à réparer une bride en réalisant une soudure. Une explosion se produit et éventre le toit du réservoir. Les 3 ouvriers sont tués à la suite de traumatismes, les corps de 2 d'entre eux sont retrouvés

au pied du réservoir ; 1 employé qui les observait à distance est également blessé. Une enquête est ouverte par l'administration fédérale chargée des accidents chimiques, elle montre que des bactéries anaérobies se sont multipliées dans le réservoir qui contenait des déchets de fibre et des eaux usagées, ainsi que dans le système de recyclage de l'eau, grâce aux déchets

organiques présents. Les employés du site n'avaient pas conscience que la croissance de bactéries anaérobie pouvait générer des vapeurs inflammables, vraisemblablement de l'hydrogène, et n'avait donc pas procédé à une mesure d'explosivité dans le réservoir avant d'engager les travaux.

     **ARIA 38557 - 10/06/2010 - ITALIE - BRINDISI**

21.10 - Fabrication de produits pharmaceutiques de base

     Une explosion a lieu vers 12 h lors de travaux de soudure dans un réservoir d'une usine pharmaceutique employant 240 personnes. Le couvercle du réservoir est projeté à quelques mètres, provoquant la mort d'un ouvrier sous-traitant projeté à 50 m ainsi que 3 blessés graves (dont 2 sous-traitants) et 1 blessé léger (également sous-traitant). Les pompiers éteignent l'incendie. La municipalité, la province et l'agence de l'environnement sont informées de l'accident. L'exploitant diffuse 2 communiqués de presse.

L'activité du site est suspendue. Une enquête judiciaire est effectuée pour déterminer les causes et circonstances exactes de l'accident, ainsi que les responsabilités et négligences éventuelles. Le représentant légal et le responsable du chantier de l'entreprise sous-traitante, ainsi que le directeur de l'usine sont poursuivis pour homicide involontaire et blessures graves. Selon les premiers éléments disponibles, le réservoir aurait pu contenir de l'eau de process et du chloroforme. L'autorisation de travail sur le réservoir avait été signée par le responsable sécurité. En outre, les enquêteurs effectuent des analyses pour déterminer si une substance susceptible de réagir et de provoquer une explosion n'a pas été introduite par erreur dans le réservoir en travaux (non vide ?) ; des examens sont également réalisés pour vérifier si la soupape de sécurité protégeant le réservoir n'était pas obstruée ou défectueuse.

     **ARIA 38595 - 31/03/2009 - ETATS-UNIS - ATWATER**

10.31 - Transformation et conservation de pommes de terre

     Sur le site d'une entreprise de conditionnement de patates douces, 2 employés utilisent un chalumeau à acétylène pour retirer un ajustage de précision d'un vieux réservoir de fuel afin de l'utiliser sur un nouveau. Lors de l'opération, le réservoir explose et brûle gravement les 2 employés sur 30 à 50 % du corps; ils sont héliportés dans un service pour grands brûlés.

Le réservoir n'avait pas été nettoyé ni purgé et les 2 employés n'avaient pas utilisé de détecteur de gaz. L'entreprise ne dispose d'aucune procédure de travail sur les points chauds et aucun permis de feu n'a été délivré. Enfin, de nombreux employés ne parlent qu'espagnol et ne sont pas formés aux procédures de sécurité ni sur l'utilisation des détecteurs de gaz dans leur langue.

     **ARIA 38596 - 07/10/2008 - ETATS-UNIS - KAPOLEI**

52.10 - Entreposage et stockage

     Sur un site de stockage de produits divers, un sous-traitant réalise des soudures sur une passerelle au-dessus d'un réservoir de 32 500 l contenant de l'huile usagée. Des étincelles tombent dans et autour de l'évent du réservoir et enflamment son contenu. Le réservoir explose et est projeté à 10 m. Un incendie se déclare. Le soudeur, projeté à 37 m, décède et 3 employés sont blessés.

Une enquête est ouverte par les pompiers. Il s'avère que les sous-traitants n'avaient pas de permis de feu pour intervenir dans cette zone. Les sous-traitants ont déclaré qu'ils croyaient que le travail était autorisé et que l'exploitant avait procédé à une détection des gaz avant leur intervention.

     **ARIA 38599 - 12/05/2009 - ETATS-UNIS - GARNER**

52.10 - Entreposage et stockage

     Vers 14h30, des sous-traitants pratiquent une ouverture avec un chalumeau sur le toit mobile d'un bac d'essence de 10 000 m³ afin d'installer une jauge. La chaleur enflamme des vapeurs dans le réservoir qui explose; les 3 sous-traitants sont tués.

Une enquête montre que les sous-traitants avaient reçu de la part de l'exploitant une autorisation pour travailler en atmosphère confinée ainsi qu'un permis de feu. En outre, des mesures de gaz ont été effectuées à 7 h. En revanche, il n'y a aucune trace d'une nouvelle détection de gaz au retour de la pause déjeuner ou avant la reprise d'activité.

     **ARIA 38600 - 16/02/2009 - ETATS-UNIS - BOARDMAN**

10.31 - Transformation et conservation de pommes de terre

     Un soudeur sous-traitant répare une fissure de 3 cm par 1,3 cm au pied d'un clarificateur d'eaux de lavage de pommes de terre dans une usine agroalimentaire. Une explosion survient et entraîne l'effondrement de la structure interne, tuant l'ouvrier qui travaillait à l'intérieur. L'agence fédérale chargée des accidents chimiques (CSB) ouvre une enquête.

Il s'avère qu'environ 35 cm d'eaux usées s'étaient accumulés dans l'espace situé sous la jupe du réservoir et que la dégradation bactérienne avait entraîné la formation de gaz inflammables. L'enquête montre également qu'une détection de gaz a été effectuée mais seulement à l'entrée de la cuve et non au niveau de la fissure à réparer. En outre, le personnel n'était pas correctement formé à l'utilisation des détecteurs et aucun permis de feu n'avait été délivré.

     **ARIA 39076 - 15/09/2010 - FINLANDE - OULU**

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

     Dans une raffinerie d'huile de pin et de térébenthine, une violente explosion se produit vers 8h30 lors de travaux de soudure sur un réservoir de 150 m³ de térébenthine rempli d'eau. Un employé sous traitant est tué et 3 autres blessés ; l'un d'eux grièvement atteint est hospitalisé. Plusieurs ambulances sont envoyées sur le site.

En dehors du réservoir directement impliqué, aucun autre dommage n'est observé ; la raffinerie reprend son activité dans la journée. Ce réservoir de stockage était en train d'être lavé et réparé pour être remis en service. Les premiers éléments de l'enquête indiquent qu'une étincelle de soudure serait à l'origine de l'explosion. La police locale effectue une enquête pour homicide et blessures involontaires.



La foudre : effets directs et indirects



Explosion sur un système basse pression de chlore

ARIA n° 40197- 23/07/2009 - Allemagne – Ibbenbüren

20.14 – Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

 La foudre provoque une baisse de tension sur l'alimentation d'une usine de chlore-alcali utilisant le procédé au mercure. Le système électrique de secours se met en route mais le rétablissement de la tension d'alimentation externe en moins de 200 ms rend l'ensemble du dispositif incohérent ; certaines unités fonctionnent correctement, mais toutes celles connectées au système de secours, dont la pompe à mercure, restent inactives. Un mélange explosif de 500 kg de chlore et d'un volume inconnu d'hydrogène s'accumule dans le circuit de traitement du chlore à basse pression et explose faisant 2 blessés et détruisant le circuit (dommages estimés à 237 000 euros).

L'accident démontre la nécessité de dépasser la simple approche binaire (sous tension / hors tension) pour intégrer les brèves chutes de tension (perturbations électriques) aux études de dangers. L'alimentation de secours d'une installation doit être conçue en intégrant un niveau d'intégrité de sécurité SIL 2 (normes IEC 61508 / 61511). L'exploitant renforce la formation de son personnel aux détails du fonctionnement de l'installation afin de parer à des défaillances non-identifiées.

La foudre : effets directs et indirects

La foudre est un phénomène naturel de décharge électrostatique disruptive après accumulation d'électricité statique entre des nuages d'orage ou cumulonimbus et la terre. La différence de potentiel électrique entre les deux points, qui peut aller jusqu'à 100 millions de volts, produit un plasma lors de la décharge avec un dégagement de chaleur et une expansion explosive de l'air. Le plasma en se dissipant crée un éclair de lumière et le tonnerre.

Ce phénomène violent peut être à l'origine de nombreux accidents. La décharge électrique atmosphérique de haute fréquence peut entraîner de graves effets physiologiques sur les êtres vivants (décès, brûlures, cécité, électrisation notamment par tension de pas ARIA 36096...), ainsi que de nombreux autres effets induits : claquages d'équipements électriques liés aux importantes différences de potentiel, inflammations de matières par effets Joule, effets électromagnétiques et électrodynamiques, phénomènes acoustiques liés à la surpression...

Les « **effets directs** » lors du foudroiement des structures peuvent percer, voire rompre, des enveloppes métalliques telles que canalisations (ARIA 5678) ou réservoirs (ARIA 18325, 25617...), initier un incendie comme ceux de bacs à toits flottants dans la zone du joint où apparaissent des vapeurs inflammables (ARIA 6277, 12229, 12231, 20819...) ; la liaison équipotentielle robe / toit peut en effet se révéler insuffisante pour assurer l'écoulement sûr d'un courant sans claquage.

Les « **effets indirects** » peuvent engendrer des surtensions qui se propagent par conduction ou rayonnement après qu'un impact de foudre ait atteint un point plus ou moins éloigné d'un bâtiment ou d'une installation (ARIA 11262, 32624, 37499, 40197...).

Sur 130 accidents dus à la foudre répertoriés en France dans la base ARIA, 60 % résultent des effets directs, 30 % sont liés aux effets indirects et 10 % ne peuvent être classés par manque d'information (ARIA 33544...). L'incendie est la typologie la plus observée avec 65 % des cas concernant autant les unités industrielles que les bâtiments agricoles ou d'élevages (ARIA 3707, 6277, 7168, 7664, 8885, 12937, 15215, 15849...). Des explosions sont également répertoriées (ARIA 18325, 40197...).

Si la foudre est l'élément externe initiateur des incidents et accidents, leurs causes profondes sont souvent associées à des problèmes électriques, des défauts de conception, d'exploitation ou de gestion du site.

Nombre d'accidents ont ainsi pour origine des défaillances électriques (ARIA 37499, 38617...) après un impact de foudre :

- rupture d'un câble électrique de 225 kV (ARIA 19539) ;
- formation d'un arc électrique avec inflammation de gaz inflammable (ARIA 5675) ;
- surtension électrique (ARIA 20844) ;
- appareils ou circuits électriques mal protégés (ARIA 1200, 2715, 26577, 32016...) ;
- perte d'alimentation électrique (ARIA 1884, 5874, 40197).

Partielle ou totale, la perte d'alimentation électrique peut affecter tous les matériels et équipements tributaires, entraînant des défaillances d'alarme, de capteur (ARIA 26577), d'équipement (ARIA 4507) ou plus généralement de système d'asservissement, tout en occasionnant rejets et déversements accidentels.

Les défauts de conception, d'exploitation ou de gestion concernent :

- un risque foudre non ou insuffisamment apprécié (ARIA 3707, 27506, 33544) ;
- une mauvaise gestion des phases d'arrêt inopiné (ARIA 15749) ou de redémarrage d'unités (ARIA 26503, 26579) lors d'épisodes orageux en l'absence de vérification adaptée des matériels et équipements potentiellement atteints ;
- des systèmes de télétransmission d'informations rendus inopérants (ARIA 32016).

Diverses mesures de prévention et de protection sont généralement utilisées pour pallier les effets de la foudre en :

- canalisant l'écoulement électrique vers une zone de moindre risque ;
- assurant une conduction électrique suffisante vers la terre pour éviter l'échauffement ou la destruction des équipements (équipotentialité, sections métalliques suffisantes, mise à la terre correcte et régulièrement testée...) ;
- soignant l'étanchéité des équipements afin d'éviter les fuites de matières inflammables ou combustibles ;
- protégeant les équipements électriques et électroniques, notamment lorsqu'ils sont affectés à la sécurité.

Vis-à-vis des défaillances ou perturbations d'alimentation électrique liées à la foudre, outre le suivi des alertes météorologiques, plusieurs mesures de prévention sont susceptibles d'être mises en œuvre :

- enclenchement de groupe électrogène régulièrement contrôlé (ARIA 30199 / dysfonctionnement des groupes dû à un mauvais contrôle) ;
- commutation de l'alimentation sur une ligne protégée (seconde ligne d'alimentation, onduleur, groupe électrogène)
- mise à l'arrêt ou en sécurité des unités ;
- interruption des opérations présentant un risque particulier ;
- protection des équipements sensibles ou présentant des risques en cas d'impact de foudre (ARIA 6277) ;
- redondance des systèmes et circuits électriques indispensables au maintien de la sécurité sur le site (ligne électrique aérienne / ligne enterrée).

Phénomène naturel violent aux conséquences parfois graves, la foudre mérite une attention particulière des exploitants. Le maintien d'une « bonne » alimentation électrique des unités, fonction vitale pour l'outil de production et élément stratégique pour la sécurité des installations, est essentiel. La fréquence des dommages sur les installations électriques et la gravité potentielle des conséquences nécessitent une véritable gestion des mesures techniques et organisationnelles pour sauvegarder leur intégrité.

Références complémentaires (fiches détaillées, synthèse...) :

- ARIA 18325 : explosion d'un réservoir d'alcool dans une sucrerie/distillerie
- Foudre : éléments d'accidentologie industrielle téléchargeable sur www.aria.developpement-durable.gouv.fr - Juillet 2008
- L'industrie face à la foudre - Face au Risque n°451 – Mars 2009

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

 **ARIA 5678 - 28/07/1994 - 76 - CIDEVILLE**
 49.50 - *Transports par conduites*
 Un gazoduc enterré à 1,20 m est perforé par la foudre et s'enflamme en plein champ, à 200 m
 d'habitations. Des flammes de 10 m de hauteur sont observées, le maïs est brûlé sur 30 m de rayon.
 L'impact se situe à l'aplomb d'un piquet en bois de 1,50 m planté dans le sol (0,5m) et servant à repérer l'ouvrage ; il présente 2 cratères distants de 110mm. Sur l'un, le revêtement a disparu et la paroi est percée, sur l'autre, le revêtement est localement absent et on observe 2 percements. Le sinistre est détecté par un conducteur de train qui donne l'alerte (feu de broussailles). Après 1h10, la fuite de gaz est détectée, l'exploitant alerté. Il procède à la décompression du tronçon et au torchage de gaz. Le feu est éteint 7h après la détection du sinistre. La zone endommagée est remplacée (pose de manchette). Le réseau est rétabli 7h plus tard.

 **ARIA 6277 - 05/11/1994 - 13 - BERRE-L'ETANG**
 19.20 - *Raffinage du pétrole*
 Le toit flottant d'un bac de stockage de 15 000 m³ de platformat (coupe voisine de l'essence) sombre pour
 une raison indéterminée. Le coulage est détecté le 05/11 à 21h40. Malgré l'épandage de mousse réalisé
 afin de prévenir un incendie, la foudre provoque l'inflammation du produit le 07/11 vers 21h45 lors d'un violent orage, après que la couche de mousse ait été affaiblie par les précipitations abondantes. L'incendie est maîtrisé en 40 min par les moyens d'intervention internes de l'établissement. Le volume d'hydrocarbures détruit dans l'incendie est estimé à 400 m³, et 25 000 l d'émulseurs sont consommés. Les dommages matériels sont estimés à 2,2 MF.

 **ARIA 18325 - 24/07/2000 - 10 - ARCIS-SUR-AUBE**
 10.81 - *Fabrication de sucre*
 Dans une distillerie, un bac de 5 000 m³ contenant 1 000 m³ d'éthanol à 96 % explose sur un impact de foudre puis s'enflamme. Le toit soulevé retombe dans le réservoir qui ne s'éventre pas, mais la vanne de pied de bac se fissure sous le choc. Un émulseur livré 2 h plus tard évite la propagation du feu à la cuvette de rétention de 1 000 m². L'incendie est éteint en 3 h et durant plus de 5 h les pompiers refroidiront 3 bacs voisins de 2 500 m³ soumis à la chaleur. Leur état sera contrôlé avant reprise de l'activité. Lors de l'intervention, 23 000 l d'émulseurs stockés sur le site et 7 000 m³ d'eau (refroidissement compris) ont été utilisés. Un exercice POI réalisé 2 mois plus tôt sur un scénario comparable impliquant l'un de ces bacs a facilité l'intervention. Le préjudice est évalué à 30 MF (dont 2,5 MF d'alcool détruit et 3 MF d'émulseur). Les eaux d'extinction (1 500 m³) collectées dans des rétentions seront diluées dans une lagune. Un organisme tiers vérifiera les installations électriques du stockage. Les pare-flammes sur les événements et valves de respiration des bacs préconisés 18 mois plus tôt lors d'une étude des risques liés à la foudre n'étaient pas installés. L'exploitant est mis en demeure d'installer ces dispositifs sous 1 mois. Un suivi journalier de la qualité de la nappe sera réalisé durant 7 jours, puis hebdomadairement pendant 3 semaines ; aucun impact sur la nappe ne sera détecté.

ARIA 25617 - 22/09/2003 - 30 - SAINT-GILLES
 20.14 - *Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base*
 Dans une unité de production d'alcool éthylique de fermentation, la foudre s'abat sur un bac de stockage d'alcool de 1 000 m³ pratiquement vide qui s'éventre et s'enflamme. Les pompiers et le personnel maîtrisent le sinistre. L'alcool et la mousse d'extinction sont confinés dans la cuvette de rétention. Un dispositif de surveillance reste en place pour éviter une nouvelle inflammation de l'alcool. Le centre opérationnel des secours lève ensuite le PPI.

ARIA 33544 - 05/07/2006 - 81 - MAZAMET
 13.99 - *Fabrication d'autres textiles n.c.a.*
 Dans une usine de fabrication de feutres textiles pour l'automobile, un début d'incendie se déclare au niveau du local transformateur comportant une unité de transformation de 630 KVA. L'origine de l'incendie est liée à l'action directe ou indirecte de la foudre sur le site ou dans sa proximité. Le feu a été entretenu par la combustion de résidus d'huile contenus dans le bac de rétention réglementaire (volume inférieur à 1 l). Le contrôle de la quantité de diélectrique (sans PCB) contenu dans le compartiment du transformateur, effectué par la société sous-traitante montre que celle-ci est conforme au niveau de remplissage. L'examen du transformateur ne montre pas de boursoufflures présentes en cas de coup direct de foudre, l'absence de fuite sur ce transformateur est également la preuve du maintien de l'intégrité de cette unité. La présence de fumée sur le mur et les traces à l'arrière du transformateur montrent que l'incendie a eu lieu dans le bac. Ce début d'incendie pourrait donc s'expliquer par la création d'un arc électrique au niveau du bac et la mise à feu des dépôts d'huiles (bac potentiellement souillé). L'étude foudre de l'usine précise que le transformateur doit être protégé par des parafoudres. Ceux-ci sont bien présents sur le poteau d'alimentation du site conformément aux recommandations de l'étude. Leur état montre qu'ils n'ont pas subi de destruction. Cependant, cette étude foudre doit être mise à jour tous les 5 ans, or, la dernière étude date du 7/04/98. Il est donc demandé à l'exploitant de mettre à jour cette étude. Sur le plan technique, l'étude foudre recommande de mettre en place d'autres mesures sur les installations suivantes : interconnecter la cheminée de l'incinérateur aux structures, déposer l'ancienne installation de nettoyage des poussières, interconnecter le récupérateur de poussières avec les masses de la structure et les candélabres extérieurs avec le réseau de terre du bâtiment, équiper les circuits de commande et de puissance de protection par parafoudre ainsi que les circuits des sprinklers automatiques, l'aspirateur et la gaine d'air chaud, l'armoire électrique refroidisseur, les lignes téléphoniques et le secondaire transformateur de puissance. Elle recommande enfin de mettre en place des sondes de température sur le ventilateur de refroidissement et sur le caisson filtre à charbon.

 **ARIA 32016 - 24/07/2006 - 80 - AMIENS**
 37.00 - *Collecte et traitement des eaux usées*
 Un rejet d'eaux résiduaires noires pollue la SELLE dont la faune aquatique est mortellement atteinte.
 L'alerte est donnée le lendemain matin. La pollution fait suite à la défaillance d'un poste de relevage de la station d'épuration municipale et à un déversement direct des effluents résiduaires d'une teinturerie dans le milieu naturel via le trop-plein.


Le disjoncteur général du poste, alors à l'arrêt, est à l'origine de l'accident. Sa mise sous tension permet un retour à la normale. Ce dysfonctionnement serait dû soit au vandalisme (traces de coups repérés sur l'armoire électrique), soit aux fortes chaleurs. La télésurveillance du réseau fonctionnait en mode dégradé, un orage quelques jours plus tôt ayant détruit l'équipement de

télétransmission de la station de relèvement, les informations de défauts ne parvenaient plus au poste de surveillance. Ces organes de sécurité n'avaient pas été remplacés, l'atelier de maintenance étant en rupture de stock après de nombreux remplacements d'équipements en raison des fréquents orages depuis le début du mois.

 □ □ □ □ □ □ **ARIA 36096 - 16/04/2009 - 73 - CHIGNIN**

46.71 - Commerce de gros de combustibles et de produits annexes

 ■ □ □ □ □ □ Lors de sa ronde de surveillance dans un dépôt pétrolier par temps d'orage, un employé reçoit une décharge électrique. Un examen médical révèle une trace au niveau de la main droite accompagnée de douleurs au niveau de la poitrine et d'un engourdissement du bras droit.

 □ □ □ □ □ □

 □ □ □ □ □ □ Plusieurs hypothèses sont envisagées pour expliquer les symptômes : foudre, défaut électrique sur le dépôt, malaise d'origine cardiaque...

Les mesures immédiates mises en place sont : l'interdiction d'accès de la zone d'incident pour le reste de la nuit, la déconnexion des prises de courant situées à proximité qui sont disjonctées, la télésurveillance du site par la société de gardiennage. Le lendemain, les motorisations incendie du manifold sont testées en pilotage à distance et ne révèlent aucune anomalie.

Un choc électrique indirect lié à la proximité d'un épisode orageux est la thèse privilégiée. Cette hypothèse est confirmée par des relevés d'impacts de foudre à moins de 4 km au moment des faits, ainsi que le basculement sur réseau ondulé d'une installation voisine. Ce choc peut avoir été favorisé par le parapluie et avoir plusieurs origines : transmission d'un potentiel électrique par la voie ferrée proche, "électrification" de l'air ambiant.

Après cet incident, l'exploitant prend un certain nombre de mesures dont l'interdiction de circuler en cas d'orage, valable pour toutes les personnes présentes sur le site (personnel, employés extérieurs, visiteurs). L'indication de situation orageuse est donnée par l'alarme du détecteur foudre et confirmée par un constat visuel. L'utilisation de parapluie sur le site est interdite.

ARIA 37499 - 07/11/2009 - 76 - GONFREVILLE-L'ORCHER

20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

Vers 13h40, la foudre frappe 4 paratonnerres dans une usine chimique classée seveso, provoquant une coupure d'électricité. Une partie des capteurs des stockages d'ammoniac (NH3) est endommagée, provoquant le déclenchement des séquences de sécurité des installations correspondantes. La centrale de détection incendie des équipements de stockage est également endommagée. Les installations de production d'urée et d'NH3 ne se sont pas déclenchées en raison de la présence d'un alternateur qui a fourni la puissance électrique nécessaire.

Dans l'attente du rétablissement des moyens de détection, l'exploitant prend plusieurs mesures : remise en service des stockages en shuntant les détecteurs endommagés avec présence permanente d'un opérateur en salle de contrôle du stockage d'NH3, visite une fois par poste des locaux électriques dont la détection incendie n'est plus opérationnelle, interdiction de chargement des wagons, camions (NH3, alcali) et bateaux, arrêt de la production d'alcali.

Les 4 impacts enregistrés sur 4 paratonnerres distincts du site peuvent s'expliquer par une ramification de l'arc en retour (coup de foudre). Une autre explication, à confirmer néanmoins, est que l'arc en retour n'ait frappé qu'un seul paratonnerre ou toute autre installation, et que le courant de foudre en s'écoulant dans le sol, ait provoqué une élévation suffisante des potentiels de terre pour provoquer des remontées de courant par les prises de terre, dans les installations de protection foudre. Un tel phénomène pourrait provoquer l'incrémementation des 4 compteurs coup de foudre.

L'inspection des installations classées note que l'étude préalable foudre est insuffisante et demande à l'exploitant d'en réaliser une nouvelle dans les plus brefs délais. L'exploitant devra également constituer un stock de rechange pour les équipements de sécurité.

 ■ □ □ □ □ □ **ARIA 38617 - 14/07/2010 - 62 - WINGLES**

20.16 - Fabrication de matières plastiques de base

 □ □ □ □ □ □ Lors d'un orage, une coupure électrique perturbe à 22h46 la production de polystyrène (PS) d'un site Seveso où 27 des 160 employés sont présents. Un disque de sécurité se rompt et du styrène est émis.

 □ □ □ □ □ □ L'atelier « CMP » produit en continu 2 variétés de PS : « cristal » (lignes DC1 & DC2) ou « choc » (ligne DC3). L'atelier « EPS » produit en discontinu du PS « expansible » dans 6 réacteurs décalés : 2 en début de cycle, 2 au stade intermédiaire et 2 en fin de réaction.

Pour minimiser les effets des microcoupures (orages) sur la qualité des PS, l'exploitant a l'habitude de basculer l'alimentation des ateliers sur les 4 groupes électrogènes de sa centrale «EJP». La manoeuvre est réalisée à 22h20, 3 groupes étant disponibles. A 22h43, l'orage met en défaut le 1er groupe ; les 2 autres ne suffisant pas, la centrale se met en sécurité à 22h46 avec perte des utilités. Un agent tente de redémarrer l'EJP, puis l'astreinte maintenance électrique, seule habilitée à basculer l'alimentation sur le réseau EDF, est appelée à 22h53. L'alerte interne est déclenchée à 23h01, une cellule de gestion de crise est activée, équipe d'astreinte et secours externes sont alertés.

A 23h05, le 1er réacteur DC1 monte en pression. Selon la procédure d'urgence, des gyromonitors démarrent à 23h15 pour abattre d'éventuelles vapeurs à l'évent du réacteur 1 / ligne DC2. En effet, avec le procédé utilisé et contrairement aux 2 autres lignes, une surpression peut rompre le disque. Le site est connecté au réseau à 23h18, mais les unités ne démarrent qu'après un délai. A 23h20 le disque du réacteur 1 (DC2) éclate à 5,8 b projetant un mélange liquide de 10 t de PS / 3 t de styrène.

A 23h40, un rideau d'eau périphérique est activé pour contrôler les vapeurs. Les 2 réacteurs de l'atelier EPS en début de polymérisation sont vidés par précaution dans une fosse d'urgence. A 0h25, les concentrations de styrène autour de la fosse et dans 4 communes sont nulles. L'alerte est levée à 2 h.

L'efficacité des gyromonitors, le degré de polymérisation (moins de styrène) et le confinement des rejets aqueux dans un bassin ont limité les conséquences aux pertes d'exploitation ; des riverains percevront cependant des odeurs. Un arrêté d'urgence est pris, les unités redémarrent le 19/07.

L'emballage du réacteur est dû à la perte des utilités. Manoeuvre non réalisée par l'opérateur pour limiter la surpression, l'évent d'urgence des réacteurs de l'unité CMP ligne 2 n'a de plus pas été ouvert très tôt comme le prévoyait la procédure.

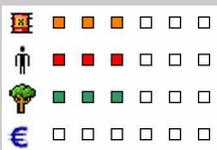
L'alimentation électrique lors d'un orage sera assurée par EDF avec fonctionnement en sécurité positive indépendamment de la fourniture en utilités ou secours par onduleur des EIPS nécessaires au contrôle d'un emballage. La procédure d'urgence de la ligne DC2 est modifiée : vanne d'évent ouverte et démarrage des gyromonitors dès lancement de la procédure d'arrêt. Le refroidissement de cette ligne est modifié pour limiter les ruptures de disque sur emballages de réaction.



Equilibre prévention / mitigation / intervention



Rupture d'une canalisation d'un stockage souterrain



ARIA 38242 - 01/05/2010 - 04 - Manosque

52.10 - Entreposage et stockage

Vers 19h20, lors d'une injection de naphta provenant d'une raffinerie, une canalisation en acier (DN 500-62 bar- Ep : 7mm) se rompt sur un site de stockage souterrain d'hydrocarbures en cavités salines au cœur du Parc Naturel du Luberon. Un bruit sourd et une baisse de pression alertent les employés. Environ 400 m³ de naphta s'écoulent par la brèche vers une rétention de 5 000 m³ localisée plusieurs

centaines de mètres en aval, bassin duquel 200 m³ de produit s'échappent par 2 martelières restées ouvertes et qui ne seront fermées que 27 min plus tard.

Le POI est déclenché vers 19h30. Le personnel est évacué et le gardien victime d'un malaise est hospitalisé.

Face au risque d'allumage du nuage inflammable formé sur le trajet d'écoulement du naphta, la préfecture active une cellule de crise et déclenche le PPI à 22 h ; 75 pompiers, une CMIC, une unité spécialisée de dépollution et une vingtaine de gendarmes sont mobilisés. Un périmètre de sécurité de 1 000 m est mis en place, la circulation est interrompue sur 2 axes et 282 habitants de 2 communes sont évacués. Les secours épandent un tapis de mousse à la surface du liquide contenu dans la rétention et installent des rideaux d'eau pour abattre le nuage. Deux pompiers incommodés sont placés sous oxygène.

Quatre barrages flottants sont posés sur l'"AUSSELET" et la "LARGUE" fortement impactés sur 5 km. A 4 h, la plupart des habitants regagnent leur logement, mais les captages d'eau de 3 communes sont suspendus.

Une société spécialisée pompe 150 m³ de naphta. Après dispersion du nuage, le PPI est levé à 18 h et les dernières personnes évacuées regagnent leur domicile.

Les terres entourant la canalisation défectueuse enfouie à 2 m de profondeur sont excavées ; une brèche de 3 m de longueur est localisée sur la génératrice inférieure entre 2 soudures circulaires. L'ouvrage reliant la station de pompage au puits, rééprouvé en 2003 à 73 bar, disposait d'une protection cathodique.

Des impacts faunistique et floristique sur des milieux remarquables protégés étant constatés (mortalité de mammifères, batraciens et invertébrés), une évaluation est réalisée (faune, flore, eau, sédiments, sol/sous-sol, écotoxicité et génotoxicité) complétée par un renforcement du suivi des eaux superficielles et souterraines.

Le tube défectueux expertisé présente une corrosion de type "caverneuse" (corrosion par aération différentielle) généralisée sur une bande de 50 mm avec perte d'épaisseur (1 mm en moyenne et plus de 3,5mm localement).

L'exploitant définit une première série de mesures correctives pour remédier aux dysfonctionnements relevés : motorisation des martelières avec commande à distance et report en salle de contrôle, asservissement de celles-ci aux détecteurs de chute de pression, modification des équipements d'isolement des tronçons de canalisation en cas de fuite, multiplication des détecteurs d'hydrocarbures, contrôle de l'état et de l'étanchéité des martelières.

Equilibre prévention / mitigation /intervention

L'attention des acteurs se porte naturellement sur l'identification et la réduction des potentiels de dangers, ainsi que sur des mesures techniques et organisationnelles pour diminuer la probabilité des accidents. Quelle que soit l'efficacité de ces dernières, la démarche de gestion des risques ne peut se limiter à cette seule approche et faire l'impasse sur les risques résiduels et leurs conséquences toujours possibles.

A défaut, l'accidentologie a déjà montré que les acteurs s'exposaient à de lourdes déconvenues et pouvaient être largement démunis si les modalités de gestion des risques résiduels, compte-tenu des éléments vulnérables exposés, n'étaient pas préalablement préparées avec une connaissance suffisante des possibilités et des limites des moyens disponibles.

La faible probabilité de l'évènement redouté et les efforts de prévention consentis ne peuvent justifier une absence de stratégie à cet égard. Plusieurs accidents plus ou moins récents en France et à l'étranger ont mis en évidence des lacunes dans ce domaine. A Kolontár en Hongrie (ARIA 39047) l'exploitant d'une usine de production d'aluminium a été confronté, en l'absence totale de plan de secours, à un déversement de 700 000 m³ d'effluents miniers à la suite de la rupture d'une digue d'un bassin. A Toulouse (ARIA 21329), les mesures de protection prévues étaient inadaptées car le scénario de la détonation d'ammonitrate n'avait pas été retenu. A Nantes (ARIA 5009), une stratégie d'extinction d'un dépôt d'engrais ne sera définie que plusieurs heures après la détection du sinistre ; entre temps des mesures de confinement puis l'évacuation de plusieurs dizaines de milliers de personnes sont décidées et mises en oeuvre.

La méconnaissance des effets et de leurs conséquences possibles peut compliquer l'intervention des pompiers et compromettre la sécurité des secours et des tiers. Ainsi à Salindres (ARIA 5993), dans une usine de conditionnement de produits agropharmaceutiques, aucun cadre ne connaissait les risques de l'usine récemment mise en service. A Rosteig (ARIA 168) le plan de surveillance et d'intervention d'un oléoduc ne prévoyait pas le scénario de fuite massive de produits liquides ni de nuage explosif. A Saint Romain en Jarez (ARIA 25669), un arboriculteur ignorant probablement les dangers des ammonitrates n'informe les secours de la présence de 3 à 5 t de ce type d'engrais que 4 h après le début de l'incendie de son hangar de stockage ; une explosion survenue entre temps blesse 18 pompiers qui par ailleurs ne semblaient pas disposer de note opérationnelle de mise en garde sur le danger de ces engrais. De même, la sensibilité environnementale des éléments vulnérables exposés (Natura 2000, Parc naturel...) doit être connue et prise en compte afin d'adapter les mesures aux enjeux (ARIA 36654, 38242).

La détection précoce de l'évènement redouté est primordiale pour en limiter l'ampleur. Ainsi une fuite de fioul sur une canalisation d'une raffinerie détectée 5 heures plus tard a provoqué le déversement de 478 t d'hydrocarbures dont 180 t dans l'estuaire de la Loire (ARIA 34351) ; 90 km de berges ont dû être nettoyés durant 3 mois. Dans une usine chimique, en l'absence de détection, 2,4 t d'ammoniac sont émis à l'atmosphère avant la découverte de l'évènement par les employés 1h40 plus tard (ARIA 733). Dans un stockage souterrain de déchets réputés incombustibles, les galeries étant dépourvues de détection incendie, 3 h sont nécessaires pour localiser le foyer ; des points chauds persistent durant 2 mois (ARIA 23030). L'absence de bassins de confinement pour les eaux d'extinction, de rétentions pour les déversements dangereux ou leur efficacité partielle, peut entraîner des conséquences significatives sur la faune et la flore aquatique et terrestre (ARIA 38242) et impacter l'alimentation en eau potable des populations (ARIA 161).

Les moyens d'intervention à mettre en oeuvre doivent être définis, "aisément" mobilisables et clairement répertoriés dans les plans de secours. Dans un dépôt pétrolier, après l'explosion d'un nuage d'essence sans plomb non examinée dans l'étude de dangers, le rassemblement des moyens matériels (émulseur, matériels de pompage) pour engager l'attaque générale d'extinction d'un incendie a nécessité plus de 6 h ; la surface embrasée est alors de 6 560 m² (ARIA 2914). Ces plans d'intervention doivent prendre en considération les accidents possibles et être périodiquement actualisés et testés afin d'en vérifier la pertinence et l'efficacité. Ainsi, le personnel formé d'une centrale thermique, dans laquelle des exercices réguliers sont effectués, maîtrise l'incendie d'un groupe diesel en une vingtaine de minutes (Aria 33899).

Durant la gestion de l'évènement, l'information des différents acteurs et notamment des secours publics est nécessaire afin d'assurer la protection des intervenants, l'adéquation des mesures prises pour l'intervention ou la protection des populations. Lors d'un incendie de four d'une unité HDS dans une raffinerie (ARIA 27459) et en l'absence d'information de l'exploitant, la police interrompt temporairement la circulation sur une autoroute. En Belgique (ARIA 35905), un nuage d'H₂S affecte plusieurs centaines de personnes, victimes de nausées et de problèmes respiratoires, dont 57 nécessitent des soins médicaux ; aucune alerte n'a été émise en raison de l'insuffisance des informations disponibles sur le site et de l'absence de communication entre les secours locaux et les autorités du pays voisin impacté ; 100 000 personnes ont été potentiellement exposées.

Préalablement à la communication en phase accidentelle, l'information des populations constitue un élément très important pour que les personnes susceptibles d'être exposées puissent prendre connaissance "à froid" de la nature et de l'importance des risques ainsi que des mesures de protection, pour éviter autant que possible des comportements inadaptés.

L'accidentologie rappelle périodiquement et inexorablement les limites des mesures préventives et la chimère du "risque nul". A défaut de pouvoir éradiquer les risques d'accidents majeurs inhérents aux matières et procédés dangereux, un équilibre raisonnable entre prévention, mitigation et intervention est essentiel. En effet, la société civile ne saurait comprendre que ces procédés puissent être mis en oeuvre sans que des mesures appropriées n'aient été prévues pour le cas, même très peu probable, où l'accident surviendrait.

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

     **ARIA 161 - 08/06/1988 - 37 - AUZOUER-EN-TOURAIN**

20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

    Une explosion et un incendie se produisent la nuit dans une usine chimique lors de la fabrication d'un imperméabilisant à base d'huile de silicone et d'additifs.

 Un opérateur débutant (engagé depuis 6 mois), récemment affecté à ce poste, est laissé sans encadrement vers 1 h pour s'occuper d'un procédé modifié en juin et mis en oeuvre pour la 2ème fois. Le mode opératoire ne précisant pas l'ordre d'introduction des réactifs, il charge 800 kg d'huile dans la cuve 1702 au 1er étage, met le réacteur en chauffe, descend au rdc pour pomper du réactif et aperçoit, en montant au 2ème pour remplir une cuve d'eau, une sorte de brouillard s'échappant de la cuve 1702. L'explosion qui se produit alors vers 3h résulte de la formation d'hydrogène généré par la décomposition de l'huile de silicone après l'ajout brutal et non contrôlé de l'alcoolate très basique. L'incendie qui s'en suit, ravage 500 t de substances chimiques (alcools surtout), se propage à une grande partie du site (7 000 m²) et crée un important nuage de fumées.

L'opérateur, projeté à 10 m, commotionné, souffre de graves brûlures et blessures. Pendant l'intervention, 2 pompiers sont blessés et 15 autres intoxiqués. En dépit des difficultés d'intervention rencontrées, les secours maîtrisent le sinistre en 4 h. Des analyses atmosphériques indiquent de faibles teneurs en CO et NOx. L'absence de dispositifs de rétention, des bras morts et un dysfonctionnement de la station d'épuration interne conduisent au déversement des eaux d'incendie (produits cyanurés, pentachlorophénols...) dans la Brenne. La Cisse et la Brenne (affluent) sont polluées sur 23 et 5 km éliminant toute trace de flore et de faune : destruction de 20 t de poissons, de mammifères aquatiques ou terrestres... Un indice phénol élevé est relevé dans la Loire : les captages sont arrêtés le 9/06 privant d'eau potable 200 000 habitants de Tours et de sa région, mais reprennent 3 j plus tard avec restriction pour l'alimentation humaine pendant 8 j. Un ravitaillement en eau potable est organisé pendant 10 j. Les dommages matériels et les pertes de production de l'entreprise sont de 45 MF et 8 MF.

Des peines d'emprisonnements avec sursis sont prononcées : 1 an pour le président de la société et 120 KF d'amende, 6 mois pour le chef d'établissement et 60 KF d'amende. Les intérêts à verser aux parties civiles sont de 800 KF.

Cet accident résulte surtout d'une défaillance organisationnelle profonde (pas de politique de sécurité, procédures incomplètes...).

     **ARIA 168 - 28/07/1989 - 67 - ROSTEIG**

49.50 - Transports par conduites

    Au cours de travaux de terrassement, un chargeur perce un oléoduc ($\varnothing = 400$ mm), enterré à 1,2 m de profondeur et transportant du naphta sous 8-10 bar. Issu d'une brèche de 30 cm², un jet de 5 à 10 m de haut génère un aérosol jaunâtre odorant qui se répand gravitairement sur plusieurs hectares, englobant un terrain de football et un bâtiment de loisirs.

L'explosion qui survient brise des vitres et souffle des tuiles des habitations proches. Les boiseries d'un bâtiment sont brûlées. Les gendarmes avaient préalablement fait évacuer des enfants qui jouaient sur le terrain de sport. Ce dernier ainsi que plusieurs hectares de terrain sont également brûlés. Au total, une centaine de personnes est évacuée. La brèche est colmatée 2 jours plus tard. 2 gendarmes et 1 civil sont mortellement brûlés.

Le service administratif en charge de la surveillance des canalisations organise plusieurs réunions techniques pour analyser les conséquences de l'accident sur l'ouvrage et définir les modalités de réparation du pipeline. Les travaux de remise en état du pipeline sont réalisés du 14 au 19 août 1989. Après contrôle radiographique satisfaisant des soudures, les réparations du revêtement sont exécutées du 18 au 19 août.

En cours d'actualisation au moment de l'accident, le plan de surveillance et d'intervention ne prévoyait pas le scénario d'une fuite massive de produits liquides avec constitution d'un nuage explosif et donc des modalités d'interventions adaptées. Le service administratif en charge du contrôle des canalisations engage avec le transporteur l'élaboration d'un nouveau plan conformément aux dispositions de la réglementation.

     **ARIA 733 - 21/02/1989 - 59 - LA MADELEINE**

20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

    Lors du dépotage d'une citerne dans l'unité de production d'acides et dérivés nitrés d'une usine chimique, un disque de rupture se rompt vers 6h45 sur une ligne reliant un stockage cryogénique d'ammoniac (NH₃) de 340 t de capacité théorique (-33 °C sous 1 013 mb, 310 t utiles) à un gazomètre. En 105 min, entre le début supposé de la fuite et sa découverte par les employés, 2,4 t d'NH₃ sont émises à l'atmosphère. Un tiers extérieur prévient les pompiers 25 min plus tard.

Un nuage toxique dérive sur 4 km à une vitesse moyenne de 0,3 m/s. 20 min et 3 tentatives seront alors nécessaires aux opérateurs, alertés vers 7h15, venant de prendre leur quart pour fermer la vanne à chaîne isolant le disque rompu. La 1ère tentative avait échoué après que la chaîne ait sauté et que la poulie se soit coincée. L'opérateur gêné par l'NH₃ qui pénètre dans la combinaison mal ajustée qu'il avait enfilé, abandonne la 2ème. Le stockage de conception ancienne ne disposait d'aucun enregistrement de sa pression interne. La population voisine invitée à se confiner, ne sera victime que de désagréments olfactifs et oculaires passagers jusqu'à 9h30.

Plusieurs dysfonctionnements impliquant les installations situées en aval ont précédé l'accident. L'exploitant en tire plusieurs enseignements : fonctionnement dégradé non totalement intégré par l'opérateur lorsque la citerne est mise en dépotage, entretien et contrôle insuffisants des dispositifs de mesure (débitmètre mal étalonné) et des dispositifs de protection (disque de rupture mal installé, vanne de sécurité difficile à fermer...), défaut de conception (régulation manuelle de la pression, manque de visibilité entre le poste de dépotage et le bac à remplir...), pas de détection d'une fuite (alerte donnée par les voisins), difficultés d'utilisation des moyens de protection (choix, formation à l'utilisation, exercice), transfert de consignes et d'informations entre agents postés, procédure d'intervention (mise en sécurité des installations, isolement des stockages...), formation des agents (en situation normale ou dégradée, à l'intervention...).

Cet accident à fort impact psychologique, aura un écho important dans les médias. L'installation et des consignes sont modifiées : installation de 2 capteurs de pression dont l'un relié à une alarme et le second à un enregistreur, d'une soupape sur le bac, d'un détecteur d'NH₃ alarmé, d'un dispositif d'arrêt automatique de dépotage et mise en place de rondes fréquentes lors des dépotages.

     **ARIA 2914 - 07/10/1991 - 44 - SAINT-HERBLAIN**

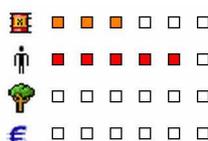
46.71 - Commerce de gros de combustibles et de produits annexes

    Une fuite se produit au niveau d'un raccord sur une conduite de soutirage de 12" en aval de la vanne de pied d'un bac de 4 525 m³ de SP98. La cuvette de rétention du réservoir est commune à celle d'un bac de 4 500 m³ de FOD. L'accident se produit lors de l'ouverture télécommandée de la vanne. Un aérosol se forme, déborde par-dessus le merlon (H=2m) de la cuvette et se répand par gravité sur le parking. Au bout de 20 min, le nuage d'environ 25 000 m³ s'allume. Le VCE blesse mortellement un chauffeur, grièvement 2 employés et

légèrement 3 autres chauffeurs. Le POI est déclenché. Le feu s'étend aux 2 compartiments de la rétention, aux 2 bacs, aux camions-citernes stationnés sur le parking et menace des stockages. Les 200 pompiers mobilisés refroidissent une citerne de 1,5 m³ de GPL, située à 30 m de la cuvette, et protègent 2 bacs de 15 000 m³ de super et de fioul (rideaux d'eau). Le rassemblement des moyens nécessaires est long : 80 600 l d'émulseur sont réunis (17 000 l prêtés par des industriels voisins), un remorqueur équipé d'une pomperie de 12 000 l/min permet de disposer de moyens de pompage suffisants (hauteur de marnage de 8 m dans la LOIRE rendant inopérantes les pompes). L'incendie qui s'est propagé sur 6 560 m² est éteint en 72 min.

L'explosion a provoqué de graves dommages aux structures jusqu'à 100 m et des bris de vitres jusqu'à 1 km, elle a été aggravée par l'allumage de l'aérosol dans un local confiné de la station de lavage qui a accru l'énergie d'inflammation et les camions stationnés en épis qui ont permis une accélération de flamme et un accroissement de la surpression générée par la déflagration. Le réseau des eaux usées du site envahi par des hydrocarbures a également été le siège d'explosions. Les dégâts matériels sont estimés à 16 M.euros : 2 bacs, 4 voitures, 15 camions-citernes et leur station de lavage ont été détruits ; 3 autres réservoirs, les bureaux ont été endommagés, les canalisations déformées. Environ 500 m³ d'hydrocarbures ont pollué le sol sur 2 ha et 7 m de profondeur ainsi qu'une nappe phréatique.

Une fuite sous pression de l'essence au niveau d'un joint caoutchouc d'un raccord de la conduite serait à l'origine de l'accident ; l'absence de vent ayant limité la dissipation du nuage de vapeurs formé. Un arrêté préfectoral de suspension est établi en date du 30/10/91, la remise en exploitation étant conditionnée par la réalisation d'un dossier de demande d'autorisation complet. Le dépôt reprend ses activités fin 1993.

 **ARIA 5009 - 29/10/1987 - 44 - NANTES**
46.75 - Commerce de gros de produits chimiques

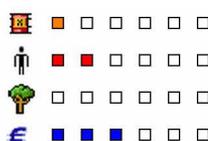
Dans un entrepôt dont le contenu est mal connu, la décomposition auto-entretenu d'un stock de 850 t d'engrais NPK 15-8-22 livré 5 jours plus tôt entraîne la formation d'un nuage de 10 km de long dérivant vers l'Ouest et dans lequel de l'acide nitrique et du chlore sont décelés.

Le plan ORSEC est déclenché ; 200 pompiers, 627 policiers, 489 gendarmes, 356 militaires, 200 secouristes et plus de 1000 fonctionnaires communaux sont mobilisés ; un large plan d'évacuation concernant 7 communes situées sous le vent de l'entrepôt est engagé. Le sinistre sera maîtrisé après 7 h d'intervention.

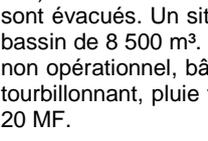
Le bilan humain fait état de 3 employés intoxiqués dont 1 devra rester en observation à l'hôpital pour 24 h. Bien que la mesure globale d'évacuation ait concerné une population de 70 000 personnes, les effectifs réellement déplacés pendant 9 h sont évalués à 38 000 personnes. La LOIRE n'est que faiblement polluée compte-tenu de la forte dilution des eaux d'extinction.

De part ses conditions de transport (dans les cales d'un navire ayant précédemment stocké du blé) et ses conditions de stockage (sur un lit de sciure de bois), l'engrais en cause s'est trouvé étroitement mélangé à des matières organiques dont la concentration en certains points a pu être élevée. Par ailleurs, l'installation électrique du site d'une grande vétusté est en cause. La zone de début de combustion est à l'aplomb des câbles électriques qui pendaient sous le système aérien de manutention des substances stockées et dont les extrémités sectionnées étaient probablement ensevelies dans la masse d'engrais. Dans ces conditions, l'ignition s'est probablement produite dans les profondeurs du tas d'engrais, à proximité immédiate de la masse contaminée par la sciure et des conducteurs électriques enfouis. La propagation de l'incendie s'est ensuite faite par décomposition auto-entretenu de l'engrais.

Le sinistre n'aurait par ailleurs pas atteint une telle ampleur si des moyens d'intervention efficaces avaient été mis en oeuvre dès la détection de l'échauffement.

 **ARIA 5993 - 02/11/1994 - 30 - SALINDRES**
20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

Dans une usine conditionnant des produits agropharmaceutiques, un insecticide (LANNATE) tombe d'une trémie sur une ligne d'ensachage alors que des employés changent la vanne de pied de l'appareil. Les poussières toxiques provoquent une évacuation du bâtiment. Une faible explosion se produit peu après (incident électrique --> étincelles). Un feu se déclare et s'étend aux emballages voisins (engrais, etc.) et au bâtiment (2 étages - 1 600 m²) ; 130 pompiers interviennent (3 seront incommodés), 40 employés et des riverains sont évacués. Un site voisin et une crèche se confinent. La commune est isolée. Les eaux d'extinction sont collectées dans un bassin de 8 500 m³. Des difficultés sont rencontrées lors de l'intervention : mise en service récente de l'usine et réseau incendie non opérationnel, bâtiment inaccessible, portes coupe-feu fermées, aucun cadre ne connaissant les risques du site, vent faible tourbillonnant, pluie faible et plafond bas, absence de plan et produits mal connus, etc. Les dommages matériels se montent à 20 MF.

 **ARIA 23030 - 10/09/2002 - 68 - WITTELSHEIM**
38.22 - Traitement et élimination des déchets dangereux

Dans une mine de potasse, un feu se déclare vers 4h15 dans un stockage souterrain de déchets industriels toxiques (50 kt/an) exploité depuis février 99 dans des galeries creusées à cette fin à - 535 m de profondeur. Non inflammables, explosifs, gazeux, liquides, volatils, radioactifs, toxiques biologiques, instables à la température de fond (35 °C) ou réactifs avec le sel ou l'eau, les déchets autorisés conditionnés en big-bags (1 m³) à double sachet ou conteneurs métalliques sont dans des fûts métalliques de 220 l. L'incendie sur 1 700 m² implique 1 800 t de cendres d'incinération de déchets ménagers/industriels et de résidus de désamiantage, dont les emballages (big-bags, palettes) ont pris feu selon l'exploitant.

Des mineurs gênés par des fumées dans les galeries d'exploitation du sel gemme vers 5 h, puis des employés du stockage vers 7 h donnent l'alerte. L'incendie est localisé à 7h15 ; 4 équipes de mineurs en ARI se relaient au fond aidées par 25 pompiers en surface. Une conduite d'eau est installée dans la galerie. L'obstruction des arrivées d'air limite la propagation des flammes. Un communiqué dans l'après-midi indique une situation en voie d'apaisement. Des concentrations significatives de dioxyde de soufre sont mesurées en sortie du puits d'accès ; il n'est pas demandé à la population de se confiner, mais 3 écoles proches sont fermées par précaution. La combustion lente des déchets dure plusieurs jours, des points chauds persistant 2 mois durant. Une information judiciaire est ouverte contre X pour mise en danger délibérée de la vie d'autrui. La conformité des déchets stockés par rapport au cahier des charges est contrôlée et 4 experts indépendants vérifient le respect des règles de sécurité. L'impact des fumées sur l'environnement est étudié.

L'activité du site est suspendue, 27 employés du stockage et 350 mineurs sont en chômage technique. Un tel incident ayant été jugé impensable, les galeries étaient dépourvues de toute détection d'incendie ; 3 h seront nécessaires pour localiser le foyer. Le centre n'était pas indépendant, des galeries communiquant avec les galeries d'exploitation du sel. L'exploitant voit le plan de sécurité du centre. Les expertises évoquent un auto-allumage des déchets (dégradation biologique, décomposition chimique, réaction chimique entre substances isolées). L'arrêt définitif du centre en septembre 2003 conduit à réaliser de nouvelles études en particulier sur la sécurisation des déchets sur site par travaux de confinement, la récupération partielle ou totale des déchets, le comportement mécanique à long terme de l'ouvrage souterrain, les impacts environnementaux et sanitaires pour les populations riveraines.

    **ARIA 25669 - 02/10/2003 - 42 - SAINT-ROMAIN-EN-JAREZ**

01.24 - Culture de fruits à pépins et à noyau

   Des pompiers luttent depuis 45 min contre l'incendie d'un hangar de 1000 m² d'un arboriculteur lorsqu'une très forte explosion souffle le bâtiment vers 17 h. La masse explosive impliquée est estimée à 300 – 500 kg de TNT. Le bâtiment abritait notamment 3 à 5 t d'ammonitrates en big-bags, 2 bouteilles de gaz et des chambres froides remplies de fruits. Le plan rouge est déclenché.

Vingt-trois personnes dont 18 pompiers sont blessés dont 9 grièvement. Des toitures et des voitures sont endommagées dans un rayon de 800 m par l'onde de choc et les projections, mais aucun effet thermique significatif n'est observé. L'incendie qui se propage après l'explosion, émet une importante fumée noire. Les secours rencontrent des difficultés : absence de couverture par les réseaux de téléphonie mobile, bouches à incendie obstruées ou manquant de pression. Le sinistre est maîtrisé vers 20 h. 94 habitants sont rélogés d'autant qu'un périmètre de sécurité de 300 à 400 m, ainsi qu'un dispositif de sécurité, sont maintenus durant la nuit. Plus de 100 personnes consultent la cellule psychologique mise en place à partir du 03/10. Une soixantaine d'habitants peut regagner son domicile après 4 jours. Le dispositif de surveillance est levé par les gendarmes 11 jours après l'explosion.

L'explosion correspondrait à la détonation d'une partie des 3 à 5 t d'ammonitrates présentes dans le hangar. Cette année-là, les stocks d'engrais des agriculteurs de la région étaient particulièrement importants car non utilisés suite à un épisode de gel en avril 2003. Selon les experts, le plastique fondu des cagettes se serait probablement répandu et mélangé aux ammonitrates qui eux-mêmes auraient fondu sous l'effet de la chaleur. Ce mélange pourrait être un des facteurs d'instabilité à l'origine de l'explosion. Plusieurs sources d'inflammation pourraient être à l'origine du départ de feu : une surcharge électrique sur l'installation qui avait été modifiée peu avant pour transformer les chambres froides, une fermentation du foin stocké ou une simple cigarette sont évoquées, mais la thèse la plus crédible serait l'éclatement d'une ampoule apparemment laissée allumée (interrupteur identifié en position allumé). L'abondance de matières combustibles dans le hangar a permis la propagation et la généralisation rapide de l'incendie.

Méconnaissant probablement les dangers liés aux ammonitrates, l'exploitant n'a informé les secours de leur présence qu'à 20 h. Cependant, d'après les témoignages de pompiers, ils ne disposaient pas de note opérationnelle nationale les mettant en garde contre ces engrais. Suite à cet accident, le contrôle des conditions de stockage des engrais à base de nitrate d'ammonium dans les exploitations agricoles et les coopératives d'approvisionnement est renforcé au niveau national.

    **ARIA 27459 - 26/06/2004 - 69 - FEYZIN**

19.20 - Raffinage du pétrole

   Un feu se déclare sur le four d'une unité d'hydrodésulfuration (HDS) des gazoles d'une raffinerie. Des flammes et une épaisse fumée noire, contenant du CO₂ et du SO₂, sont visibles à la cheminée. Le site est mis en sécurité 5 min après détection de l'accident. Le POI n'est pas déclenché. Alertés par des riverains, 60 pompiers et 15 véhicules se rendent sur place sans avoir à intervenir. Le feu est maîtrisé en

½ h par les moyens internes, après coupure des charges et de l'H₂, la stratégie étant de laisser brûler : la décompression du réacteur en aval alimente l'incendie interne au four durant plusieurs heures.

Par précaution et en l'absence d'informations précises de l'exploitant, la circulation sur l'A7 est coupée pendant 1 h. La police municipale évacue 600 personnes. En soirée, le directeur du site informe la presse ; 2 pompiers internes sont légèrement blessés. La quantité d'hydrocarbure brûlé est estimée à 45 t, celle de SO₂ émise à 1 t. Selon le réseau de mesure de la pollution atmosphérique, la concentration en SO₂ serait restée sous le seuil d'information du public.

Sur proposition de la DRIRE, le préfet prend un arrêté subordonnant la reprise de l'exploitation de l'unité HDS à la remise d'un rapport sur l'état de la cheminée, au maintien en sécurité permanente de l'unité et à l'évacuation / élimination des déchets et effluents résultant de l'incendie. Le four (temp = 420°C ; P= 40 bar) équipé de tubes inox austénitique (diam. 6") se compose d'une zone de convection en partie haute (non accessible au contrôle) et d'une zone de radiation (tubes soumis à la flamme, accessibles et considérés comme les plus exposés) en partie basse. Lors de l'accident, la partie haute a subi le plus grand flux de chaleur : par endroits, métal porté au rouge, tubes fondus, réfractaire vitrifié. L'expertise du tube en cause (non fondu) fait état entre autres d'un manque d'épaisseur dû à une attaque ancienne aggravée par une oxydation/ sulfuration et à un fluage léger dû à la présence de coke sur les parois. L'analyse de paramètres d'exploitation n'a pas fait apparaître de dérive. L'exploitant remplace le four ainsi que d'autres matériels, en fonction des températures atteintes. La cheminée, commune à l'HDS et la distillation atmosphérique (DA), a subi des contrôles (thermographie et verticalité) ne révélant pas d'anomalie particulière. Le carneau et le raccordement à la cheminée sont réhabilités (réfractaire changé). Le fonctionnement de la DA, arrêté lors de l'accident, a pu reprendre. L'indisponibilité de l'unité HDS est de 3 mois. Le coût des dommages matériels est estimé à 6 Meuros et les pertes d'exploitation à 22 Meuros.

    **ARIA 34351 - 16/03/2008 - 44 - DONGES**

19.20 - Raffinage du pétrole

   Lors du chargement de 31 000 m³ de fioul de soute dans un navire, une fuite sur une canalisation de transfert d'une raffinerie occasionne un important épandage dans l'estuaire de la Loire.

 A 16h10, une personne sur une barge constate la présence d'hydrocarbures à la surface de l'eau et donne l'alerte. Vers 16h45, un rondier localise et isole la fuite située à environ 500 m en amont du lieu de détection.

Le POI est déclenché à 17h et l'inspection des installations classées est prévenue. Un navire récupérateur est positionné à l'embouchure du fleuve et 2 chalutiers collectent les boulettes d'hydrocarbures dans l'estuaire.

Les interdictions d'accès du public à plusieurs plages et de pêche dans l'estuaire sont prises puis seront progressivement levées entre le 4 et le 18 avril. Plus de 750 personnes sont mobilisées pendant 3,5 mois pour le nettoyage de 90 km de berges souillées (6 170 t de déchets récupérés stockés sur site avant élimination). L'exploitant communique à la presse et annonce la prise en charge des dommages, des coûts de dépollution et l'indemnisation des professionnels touchés pour un montant d'environ 50 Meuros.

Les investigations révèlent que la fuite n'a été décelée qu'au bout de 5 heures permettant un déversement de 478 t de fioul dont 180 t rejoindront la Loire.

L'examen de la canalisation montre une brèche longitudinale d'environ 16 cm² provoquée par une corrosion localisée sous calorifuge dont l'origine est liée à une fuite d'eau sur une tuyauterie située à la verticale. L'eau s'est infiltrée sous le calorifuge et a provoqué la corrosion puis la perforation de la canalisation de fioul. Malgré plusieurs anomalies décelées dans les mois précédents sur ce même rack, l'exploitant n'a pas revu son programme de contrôle pour prendre en compte les risques spécifiques présentés par cette ligne en regard de sa proximité avec les berges du fleuve. La ligne de fioul accidentée est arrêtée définitivement et les contrôles effectués sur l'ensemble du rack révéleront plusieurs points de corrosion sur d'autres lignes nécessitant des réparations.

Plusieurs actions et mesures complémentaires sont demandées à l'exploitant dont :

- L'extension des contrôles à d'autres canalisations du site avec mesures d'épaisseur au niveau des points sensibles (supports, piquages...);
- Le déplacement du tracé de la ligne d'eau de service pour éviter tout aplomb avec une tuyauterie calorifugée ;
- Une surveillance permanente avec système de détection de fuite et report d'alarme en salle de contrôle pour les canalisations situées à proximité du fleuve ;
- La modification du terrain sous le rack afin de drainer tout écoulement accidentel vers un réseau de collecte adapté ;
- L'installation d'un dispositif comptabilisant les quantités de produits sortant d'un bac et celles réceptionnées en bout de la canalisation de transfert correspondante.

Un renforcement des moyens d'intervention disponibles en cas de pollution accidentelle de l'estuaire de la Loire est envisagé.

ARIA 35905 - 02/09/2008 - BELGIQUE - ANVERS

 **19.20 - Raffinage du pétrole**

        Une panne électrique se produit à 11h57 dans une raffinerie à la suite d'un problème sur la ligne d'alimentation électrique principale pendant une opération de maintenance. Privée d'électricité, toutes les activités du site s'arrêtent en urgence avec activation des systèmes de sécurité automatiques. D'importantes quantités de produits sont envoyées à la torche et brûlées. Des soupapes de sécurité s'ouvrent libérant des gaz à l'atmosphère. L'ensemble du personnel présent est évacué et seule une équipe de secours reste sur place. Les informations disponibles en salle de contrôle centrale sont partielles et dans la 1ère heure suivant la coupure générale, l'exploitant ne peut identifier les soupapes ouvertes et la nature des produits relâchés à l'atmosphère. Ces informations seront peu à peu disponibles en cours d'après-midi.

Une soupape de sécurité située à 40 m au-dessus du sol, relâche environ 70 kg d' H₂S à l'atmosphère. Un nuage se forme et atteint en 5 min une distance sous le vent d'environ 3 km, avec une concentration estimée à presque 10 ppm à 3 m au-dessus du niveau du sol. Après 20 min, le nuage a parcouru 14 km et atteint les Pays Bas. Les niveaux de concentration estimés dans le nuage varient entre 0,64 ppm au niveau du sol et 0,06 ppm au-dessus du nuage à une altitude d'environ 850 m. Poussé par un vent de secteur Sud-Sud-Ouest de 45 km/h, le nuage passe au-dessus de la partie occidentale de la province du Brabant et après environ 70 min atteint la ville de Dordrecht située à 50 km au nord de la raffinerie. Les concentrations en H₂S dans le nuage sont d'environ 0,06 ppm, au-dessus du niveau de détection d'odeur.

Aucune alerte n'est émise sur la présence du nuage en raison d'une part de l'insuffisance des informations disponibles sur le site, et d'autre part de l'absence de communication entre les services de secours belges et les autorités hollandaises.

Environ 100 000 personnes, situées dans le trajet du nuage ont été potentiellement exposées. Plusieurs centaines ont été victimes de nausées et de problèmes respiratoires et 57 ont nécessité des soins médicaux.

Les services de secours néerlandais n'étaient pas opérationnels pour faire face à cette situation en raison du manque d'information sur la nature de l'évènement et sur ses conséquences possibles.

La population reproche aux autorités leur manque de réactivité dans la gestion de la crise.

ARIA 36654 - 07/08/2009 - 13 - SAINT-MARTIN-DE-CRAU

 **49.50 - Transports par conduites**

        Une fuite est détectée sur un pipeline de pétrole brut (Diam. 40 ", PMS 40 bar, année de construction 1972) constitué de tubes roulés soudés. L'accident a lieu sur un site Natura 2000 dans la réserve naturelle de la CRAU abritant plusieurs espèces protégées. Un garde de cette réserve donne l'alerte et l'exploitant déclenche son Plan de Surveillance et d'Intervention (PSI).

Les secours et divers services administratifs interviennent à 8h30. Des reconnaissances aériennes sont effectuées, un périmètre de sécurité est établi. Un « geyser » de 3 à 4 m de haut sort d'une rupture « boutonnière » de 15 cm de large et de 1,8 m de long sur la soudure longitudinale. La préfecture met en place une cellule de suivi à 11h15. La secrétaire d'Etat à l'écologie est sur les lieux à 16h30 et le parquet est saisi. La préfecture demande une évaluation précise des incidences environnementales. Selon l'exploitant, la rupture du pipe serait due à une fissure de fatigue par "effet de toit" vers le cordon de la soudure longitudinale. Le tube accidenté est remplacé par un élément neuf, d'autres sont inspectés et renforcés préventivement.

5 400 m³ de pétrole brut se sont répandus sur 5 ha de la réserve naturelle. Des sondages, carottages et analyses de terres sont réalisés pour évaluer en profondeur l'impact de la pollution sur la zone concernée. La nappe phréatique est entre 9 et 12 m de profondeur, 72 piézomètres sont progressivement mis en place dans les mois qui suivent pour suivre l'impact de la pollution sur les eaux souterraines, ainsi qu'une barrière hydraulique pour contenir la migration éventuelle de cette pollution. Les analyses régulièrement effectuées par l'exploitant du pipeline à la demande des autorités, montrent qu'aucun captage en aval hydraulique, pour l'irrigation et l'alimentation animale ou humaine n'a été affecté. De nombreuses études sont réalisées pour évaluer l'impact de l'accident sur la faune et la flore locale de la réserve. Toutefois, les conséquences sont difficiles à apprécier au-delà de la zone polluée faute d'état de référence précis même dans une réserve naturelle ; le coussoul (flore) est néanmoins détruit sur les 5 ha pollués.

Un an après le sinistre, l'exploitant assure avoir dépensé 50 millions d'euros pour "traiter" les conséquences de la fuite, dont une dizaine pour la restauration de l'environnement. Le bilan à fin 2010, fait apparaître que depuis le 21/08/09 plus de 73 000 t de terre polluées ont été décaissées, puis transportées dans un centre de traitement d'un département limitrophe. Ces terres proviennent du décapage des sols de la zone polluée sur une quarantaine de cm hors du couloir de pipes. Sur la zone de 5 ha, un remblaiement sur 0,40 m d'épaisseur a été réalisé avec des matériaux locaux transférés depuis une carrière proche en respectant la structure originelle du sol. La couche de surface est reconstituée en transférant directement du coussoul prélevé sur les zones non encore exploitées de cette carrière. Un suivi scientifique est prévu pour observer la reconstitution de ce coussoul. Ces travaux s'achèvent le 15 avril 2011.

Face à la succession d'accidents survenus en 2009 dans les industries chimiques et pétrolières, ainsi que dans le transport de matières dangereuses par canalisation, une rencontre sur les enjeux de sécurité industrielle et la protection de l'environnement est organisée en septembre 2009 entre la secrétaire d'Etat à l'écologie et les principaux dirigeants de ces secteurs. Ces derniers formuleront des propositions pour améliorer la sécurité de leurs installations, en renforçant notamment les contrôles du vieillissement des installations et leur maintenance, tout en s'engageant à mieux tenir compte des zones écologiquement sensibles pour améliorer la protection des espèces ou des zones protégées. Pour faire suite à l'accident de la plaine de La Crau et à titre d'expérimentation, en août 2010, la secrétaire d'Etat lance un projet visant à créer à proximité de la zone impactée de la plaine de la CRAU une réserve d'actifs naturels permettant de compenser les impacts négatifs à la biodiversité. Une société spécialisée restaurera à cet effet les habitats d'espèces rares et menacées en transformant un verger industriel en une zone de pâturage.



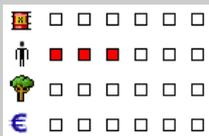
Risques liés à la coexistence de systèmes automatiques et manuels



Rejets toxique suite à une réaction chimique incontrôlée

ARIA 40319 - 21/09/2010 - Allemagne - Heilbronn

20.5 – Fabrication d'autres produits chimiques



Une réaction chimique s'emballait brutalement dans une entreprise de fabrication d'additifs pour l'industrie textile et papetière au moment où un opérateur lance une séquence automatisée d'addition d'eau dans un réacteur (hydrolyse). La mousse formée par la dérive réactionnelle fait monter brutalement la pression du réacteur sans que le système de conduite automatisé ne parvienne à la réguler. Le condenseur de refroidissement en verre éclate, mais le disque de rupture ne se rompt pas car la pression de rupture n'est pas atteinte. Les vapeurs irritantes d'HCl émises dans le bâtiment sont évacuées à l'extérieur par un employé qui déclenche la ventilation forcée. A proximité du site, 7 personnes travaillant dans des entreprises voisines sont intoxiquées, dont 2 restent en observation à l'hôpital la nuit suivante. La police boucle la zone industrielle et demande aux riverains les plus proches de se confiner pendant 2h.

L'enquête montre que la dérive réactionnelle est consécutive au déversement rapide de 30 l d'eau dans le réacteur au lieu des 3 l prévus dans la procédure. Le réservoir d'eau de 32 l est relié au réacteur par un tuyau équipé de 2 vannes. La 1^{ère} vanne, actionnée par le dispositif de conduite automatisé, a été ouverte normalement en début de fabrication mais, au lieu des 3 l d'eau prévus, c'est le contenu complet du réservoir (30 l) qui est vidangé en une seule fois dans le réacteur car une deuxième vanne manuelle alimentant le réacteur était restée ouverte alors que le procédé prévoit qu'elle soit fermée. La dérive réactionnelle s'est amorcée et l'unique automate de contrôle de la pression n'a pu jouer son rôle, son action étant basée sur la limitation de l'injection d'eau par fermeture de la vanne automatique. L'état de la vanne manuelle, dépourvue d'indicateur de position ouverte / fermée, était difficile à contrôler visuellement par l'opérateur de par sa localisation. Ce risque de dérive réactionnelle avait bien été identifié lors de l'étude de sécurité du procédé (HAZOP), mais seule une amélioration des procédures avait été préconisée.

L'exploitant modifie ses équipements pour limiter le volume maximal d'eau qui peut être ajouté au réacteur en une fois et améliore le système de conduite automatique de son unité. Les études de sécurité (HAZOP) de toutes les dérives réactionnelles possibles sur ce réacteur sont revues et des moyens de mitigation sont mis en place pour celles présentant les conséquences les plus graves.

L'exploitant modifie ses équipements pour limiter le volume maximal d'eau qui peut être ajouté au réacteur en une fois et améliore le système de conduite automatique de son unité. Les études de sécurité (HAZOP) de toutes les dérives réactionnelles possibles sur ce réacteur sont revues et des moyens de mitigation sont mis en place pour celles présentant les conséquences les plus graves.

Risques liés à la coexistence de systèmes automatiques et manuels

Contraintes de production et évolutions technologiques ont favorisé la percée des systèmes de production automatisés dans l'industrie depuis le début des années 80. Parfois, ces systèmes modernes coexistent encore avec des dispositifs manuels plus anciens ou maintenus pour permettre le fonctionnement en mode dégradé (panne, maintenance, arrêt ou démarrage d'unité). L'accidentologie montre cependant que cette coexistence n'est pas sans risque.

L'une des principales circonstances lors de l'accident est la panne ou l'indisponibilité du système automatisé. En conduite manuelle des installations, le rôle de l'opérateur est effectivement crucial pour la poursuite du process, le redémarrer ou le mettre en sécurité. Peu habitué à ce type de conduite, qui souvent le sollicite plus intensément que le mode automatique, l'opérateur peut commettre des erreurs menant à l'accident. L'une des plus courantes est l'oubli d'ouverture / fermeture d'une vanne (ARIA 8138, 23074 et 31023) ou d'arrêt d'un équipement comme une pompe (ARIA 7176 et 8231), mais il peut aussi s'agir d'une confusion (ARIA 35821) ou de la détection tardive d'une dérive d'instrumentation (ARIA 14619 et 30920).

L'analyse de ces accidents montre pourtant que l'erreur humaine n'est qu'apparente, la défaillance étant plutôt du domaine organisationnel [1]. Malgré l'existence de procédures, se limitant parfois à de simples consignes orales, l'opérateur se retrouve brutalement seul face à un mode de conduite manuel qu'il ne maîtrise qu'imparfaitement par manque de formation et / ou d'utilisation courante ; fatigue et stress peuvent apparaître (ARIA 38418), ainsi que des difficultés à appréhender correctement l'état physico-chimique du procédé [2]. L'opérateur peut ainsi être amené à effectuer des actions intempestives ou trop tardives, tout en étant persuadé d'avoir bien agi et fait le nécessaire (ARIA 6327, 8138, 24665, 3536 et 30920).

Les dispositifs automatiques sont au cœur des systèmes de conduite des procédés, principalement pour manipuler des matières dangereuses, mais aussi dans les systèmes de sécurité associés. Les opérateurs peuvent être amenés à shunter ces dispositifs notamment en phase de redémarrage des installations, phases transitoires durant lesquelles ces derniers peuvent ne pas être adaptés à des plages de fonctionnement hors norme. Des contraintes de production peuvent aussi amener à by-passer un système automatique limitant la performance du procédé [2], en raison des limites imposées par la séquence automatique ou d'un fonctionnement instable (ARIA 6537 et 38148). La moindre erreur de conduite en mode manuel peut facilement conduire à un accident, l'automatisme n'étant plus là pour détecter et corriger la dérive (accumulation de produit explosif : ARIA 164 et 6537, fuite de produit toxique : ARIA 19295 et 32484, dérive réactionnelle : ARIA 212). La dimension accidentelle est probablement davantage présente quand le shunt concerne un système automatique de sécurité. En effet, ces systèmes peuvent être perçus comme peu utiles par un opérateur, leur déclenchement étant rare alors que leurs dysfonctionnements perturbent fortement la conduite du procédé : fausses alarmes, arrêts d'urgence intempestifs (ARIA 2900, 11107, 21466 et 36496)... Les exigences de sécurité fixent aussi des conditions ou des seuils de fonctionnement du procédé qu'il peut être tentant de court-circuiter ou dépasser pour augmenter les rendements (ARIA 17531 et 38674). L'incitation au by-pass peut s'avérer d'autant plus forte que ce dernier est de courte durée, donnant ainsi la fausse impression d'une action sans conséquences : essai d'équipement (ARIA 32484)...

Même en situation de fonctionnement normale, l'accident de Heibronn (ARIA 40319) montre que le maintien d'un système manuel sur un procédé dont la conduite est automatisée peut engendrer un environnement « accidentogène » quand l'analyse des risques ou la bonne application de ses résultats est incomplète. Des « effets de bord » de l'ancien système manuel sur le nouveau système automatisé sont aussi à craindre, comme le déclenchement intempestif d'un équipement commandable par les deux systèmes à la fois (ARIA 1690 et 3212). Cet environnement devient d'autant plus « accidentogène » que le système automatisé ne remplace que partiellement le système manuel (ARIA 184, 11181 et 21136), sa rapidité de fonctionnement pouvant surprendre l'opérateur chargé de la phase manuelle de conduite du procédé (ARIA 38431). Passer du mode automatique au mode manuel en cours de fabrication incite là aussi l'opérateur à commettre des erreurs conduisant à l'accident, par manque de formation / pratique suffisante sur ce mode de conduite plus exigeant et moins souvent utilisé (ARIA 31630 et 35432).

Depuis plus de 30 ans, l'automatisation des systèmes de fabrication et de sécurité a incontestablement permis de réduire les risques d'accidents industriels, particulièrement pour les procédés utilisant ou fabriquant des matières à fort potentiel de dangers (pression, température, inflammabilité, toxicité, etc.). Toutefois, cet allègement des tâches routinières de conduite et de surveillance a paradoxalement rendu plus complexe la maîtrise par l'opérateur des situations inhabituelles. Dans ces situations, le recours à une conduite manuelle est souvent incontournable et à ce titre ne doit pas être négligée en termes de scénario accidentel, d'ergonomie des équipements, de maintenance, de formalisation des procédures opératoires et de formation des opérateurs.

Bibliographie :

[1] LORY M et MONTMAYEUL R : L'accident et l'organisation – Collection Synthèse, Editions Préventique, 176 p.,2010, ISBN : 978-2-911221-47-8 .

[2] BARPI – Facteur humain et organisationnel dans les mécanismes accidentels en chimie fine – Septembre 2007 – disponible sur http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/ressources/in070139maj26_09_07.pdf

Références complémentaires (fiches détaillées) :

- ARIA 3536 : Explosion et incendie d'une unité d'eau oxygénée
- ARIA 8231 : Rejet accidentel de solvants
- ARIA 30920 : Emissions d'éthylène à l'atmosphère

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

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 dépoussiérage 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 m³ de gaz dans la chaudière à la suite de la non-fermeture de l'alimentation d'un brûleur de soutien (300 m³/h) ouverte 1h20 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 212 - 19/07/1990 - ETATS-UNIS - CINCINNATI**
 20.12 - *Fabrication de colorants et de pigments*
 Un disque de rupture se rompt sur un réacteur de fabrication de résine acrylique lors du pompage en fond d'appareil du mélange chaud de solvants de nettoyage. La mise en chauffe du réacteur était conduite manuellement sans suivre les procédures et automatismes de contrôle et la température résiduelle de l'installation était trop élevée. Le nuage de vapeur formé explose ; 2 opérateurs sont tués, 60 autres employés sont blessés et 30 personnes sont affectées à l'extérieur de l'établissement. Au moins 1 000 riverains et 80 sous-traitants sont évacués. Les dommages sont importants et les pertes sont évaluées à 120 MF (23 M\$).

 **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 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, s'échappant d'une rétention d'un volume insuffisant, 1 000 m³ d'eaux d'extinction contenant un solvant polluent le DRAC. L'accident résulte de la défaillance d'une carte d'alimentation électrique dans l'une des armoires du système de conduite (SNCC) de l'unité. Plusieurs éléments aggravent ensuite la situation : difficultés d'analyse de la situation, intervention humaine malheureuse sur l'automate, automatisation partielle de l'arrêt d'urgence de l'unité, dispositifs de commande / sécurité non indépendants agissant sur les mêmes organes, 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, absence de consigne spécifique pour la mise en sécurité des installations et manque de clarté des consignes et procédures existantes... En raison du défaut d'étanchéité des dispositifs de sectionnement en place (clapets au refoulement des pompes, vannes de régulation automatique), 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. De nombreuses améliorations techniques et organisationnelles sont prises après ce sinistre : installation d'organes de sectionnement étanches, protection des tronçons de canalisations susceptibles de monter en pression lors d'une décomposition d'H₂O₂, amélioration du système de contrôle / commande (système de sécurité assurant l'arrêt d'urgence indépendant du système de conduite, nouvelle salle de contrôle, amélioration du confort et de l'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 6327 - 27/03/1986 - 69 - DECINES-CHARPIEU**
 71.12 - *Activités d'ingénierie*
 Dans un centre de recherche, une étude est réalisée pour améliorer le rendement de la réaction d'oxydation du phénol par l'eau oxygénée. Durant le nettoyage à l'eau du réacteur piston à la fin du premier essai, une explosion provoque l'émission de projectiles. L'un des opérateurs est gravement blessé à proximité du pilote (surdité temporaire à la suite de l'explosion). Les dommages matériels sont minimes (destruction partielle du micro pilote). L'accident a pour origine un dysfonctionnement mécanique de la ligne phénol et un arrêt de la pompe eau oxygénée. Cet arrêt est mal interprété par l'opérateur qui remet manuellement en service la pompe. L'excès de peroxyde dans le réacteur conduit à un emballement de la réaction et à l'explosion.

 **ARIA 7176 - 26/06/1995 - 56 - LANESTER**
 21.10 - *Fabrication de produits pharmaceutiques de base*
 Un agent de surveillance note une odeur de solvant près d'une citerne enterrée contenant 30 m³ de diméthylacétamide (DMAC). Le réservoir sans rétention est sur une simple dalle en béton fermée sur 3 côtés. Un opérateur oubliant d'arrêter une pompe fonctionnant en mode dégradé (marche manuelle, sans asservissement), la distribution s'est poursuivie. La vanne de réglage étant fermée pour une raison inconnue, le circuit monte en pression et une fuite se produit sur une bride en PVC. La DMAC dissout cette bride et 3 m³ de produit se déversent dans le réseau d'eau pluviale puis dans Le PLESSIS et la rade de LORIENT ; 100 m³ d'eau sont utilisées pour diluer le produit. Toutes les brides en PVC sont remplacées par des brides en inox.

  **ARIA 11181 - 25/04/1997 - 62 - CALAIS**

 **20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base**
Une réaction exothermique diéthanolamine / chlorure de thionyle en phase solvant, démarrée 16 h plus tôt, donne un chlorhydrate et un effluent gazeux neutralisé dans un laveur après passage dans une colonne en verre. Après un sifflement, celle-ci éclate à 9 h. Un nuage toxique (HCl/SO₂) gagne une rue longeant le site qui est évacué. Le POI est déclenché ; 13 personnes intoxiquées sont hospitalisées 15 mn plus tard. L'unité est automatisée depuis 1 an. L'asservissement coulé/réactif/agitation prévu à l'origine n'existe pas. Un des 4 opérateurs polyvalents acquitte une alarme (agitation) en début de réaction. L'agitateur reste à l'arrêt. L'accident a lieu lors du démarrage manuel de l'agitation après un dépannage électrique dans l'atelier.

  **ARIA 14619 - 30/09/1998 - 44 - INDRE**

 **20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais**
Dans une usine d'engrais, un nuage dense et blanchâtre est émis dans l'atmosphère durant 30 min à la suite d'un dérèglement du pH du dispositif de lavage des gaz de l'atelier de granulation. Les opérateurs ne prennent que trop tardivement en compte cette dérive alors que l'installation est conduite en manuel, le système de régulation ayant été démonté le jour même pour maintenance. L'exploitant modifie le signal sonore de l'alarme pour le rendre perceptible au-delà de la seule salle de contrôle. Le système de régulation automatique de neutralisation des jus de lavage est amélioré.

  **ARIA 17531 - 07/09/1999 - 91 - GRIGNY**

 **46.71 - Commerce de gros de combustibles et de produits annexes**
Vers 23h30, une forte odeur d'hydrocarbures est signalée par les riverains d'un dépôt pétrolier situé en bord de Seine alors que vient de s'achever une livraison par pipeline de 2 640 m³ d'essence sans plomb. Sur place à 0 h, les pompiers interrompent les trafics ferroviaire et fluvial au voisinage du dépôt mais ne peuvent y pénétrer, le responsable local de la société exploitante ayant refusé l'aide des secours extérieurs. A l'arrivée du directeur de cabinet de la préfecture vers 3 h, ils sont enfin autorisés à intervenir et constatent le débordement d'un bac d'essence. La cuvette de rétention associée, qui a recueilli plusieurs m³ d'essence collectés est recouverte d'un tapis de mousse. Cette opération est rendue difficile par un débit et une pression insuffisante sur le réseau de pré-mélange ainsi que la mise hors service d'une partie du réseau de protection incendie suite à la rupture d'une vanne. Bien qu'aucune conséquence grave ne se soit produite, l'accident a généré un risque important en cas d'inflammation.

L'inspection des installations classées constate que :

- le bac qui a débordé n'était pas alimenté directement, mais par le biais de plusieurs bacs situés à une altitude supérieure qui étaient remplis par le pipeline au-delà de leurs limites "haute" et "très haute", les niveaux s'égalisant ensuite gravitairement ;
- pour ce faire, les alarmes de niveaux haut et très haut ont été shuntées. De ce fait, le site se trouvait privé d'une ligne de défense, la retransmission des signaux permettant à la société gestionnaire du pipeline d'interrompre sa livraison sur détection d'un signal d'alarme n'étant plus assurée ;
- à la suite d'une modification du réseau électrique interne au dépôt, effectuée plusieurs mois auparavant, l'exploitant n'a pas réussi à démarrer ses pompes incendies à partir de l'alimentation de secours (groupe électrogène) ;
- le réseau d'incendie n'était pas totalement fonctionnel : en raison d'une fuite sur un piquage, l'exploitant avait obturé une partie de son réseau de pré-mélange, d'où les difficultés rencontrées par les pompiers pendant la nuit ;
- l'organisation de la sécurité sur site était défailante, ce qui a conduit l'exploitant à ne pas connaître les déficiences de son propre dépôt.

Un arrêté préfectoral impose des mesures d'urgence : l'arrêt de l'alimentation par pipeline du dépôt dans l'attente de la remise en service et du contrôle des sondes de niveau des réservoirs et la production d'un rapport d'accident. L'exploitant est mis en demeure de restaurer la pleine capacité de son réseau incendie sous 24 heures.

Le retour d'expérience n'a pas été pris en compte par l'exploitant qui avait connu au moins 6 incidents sur des dépôts au cours des 8 années précédentes.

  **ARIA 21466 - 12/09/2000 - 30 - ARAMON**

 **21.10 - Fabrication de produits pharmaceutiques de base**
Une fuite d'eau glycolée surpressée et surchauffée a lieu sur un site chimique après rupture d'un joint sur une conduite. Un opérateur note à 2 h une baisse de température du caloporteur (150 °C) empêchant de poursuivre des opérations de séchage sous vide. L'astreinte diagnostique une perte de communication entre l'automate des utilités et le système de conduite (SNCC) de l'atelier. Un spécialiste du SNCC confirme la défaillance d'une carte sur l'automate utilités dont le remplacement est reporté au lendemain matin. Le spécialiste parti et croyant bien faire, le technicien d'astreinte décide de relancer l'ensemble. Il court-circuite toutes les sécurités concernant le fluide chaud scrutées par le superviseur et reprend en manuel les régulations correspondantes. Appelé par un autre atelier 1 h plus tard, il s'absente 30 mn. A son retour, le fluide chaud dépasse 180 °C et un bruit semblable à une détonation retentit dans l'atelier. Après rupture du joint, l'eau glycolée s'est vaporisée dans l'atelier qui est arrêté aussitôt. Seul une perte de production est à déplorer. Un groupe de travail préconise plusieurs mesures correctrices : modification des accès aux différents niveaux du système, réduction de nombre de personnes habilitées à intervenir dans le programme et hiérarchisation des accès, formation des intervenants suivant autorisation d'accès, mise en place de sécurités câblées, meilleure fiabilité du système de décision la nuit ou hors heures normales.

  **ARIA 23074 - 06/04/1979 - FRANCE**

 **19.20 - Raffinage du pétrole**
Dans une unité de craquage catalytique d'une raffinerie, une explosion se produit au niveau d'une nappe de gaz au sol. A la suite de la perte de niveau dans le ballon séparateur du lavage des gaz, la vanne manuelle permettant l'addition d'eau s'ouvre. Le niveau d'eau monte dans le ballon du fait de la défaillance de la chaîne de régulation du ballon puis la vanne manuelle est fermée. Pour accélérer la vidange, le by-pass de la vanne de régulation du ballon vers la torchère est ouvert alors que la vanne de purge de ce même ballon est restée ouverte sans aucun contrôle. Le butane contenu dans le ballon de tête passe alors librement dans le ballon séparateur de torche puis à l'égout en formant une nappe de gaz au sol. Un flash se produit alors rapidement et l'opérateur, pris dans l'explosion, est tué. L'accident a provoqué l'arrêt temporaire des installations. La cause du flash pourrait être la lampe qu'utilisait l'opérateur, l'accident étant survenu de nuit ; le choc de la clef à vanne sur un équipement ou l'allumage du nuage de gaz sur le rebouilleur de slurry (effluent liquide le plus lourd de l'unité de craquage catalytique) à 325 °C, voisin du ballon et de l'égout pourraient également être en cause. La coupe en C4 contenait une forte concentration en trans-butènes 2, dont le point d'auto-inflammation se situe en dessous de 320 °C...

     **ARIA 24665 - 26/05/2003 - 13 - PORT-DE-BOUC**

20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

     Dans une usine de fabrication de matières plastiques de base, une fuite biphasique a lieu sur la soupape d'un réacteur de bromation contenant 2 t de dichloroéthane avec 5 % de chlorure de brome (BrCl). L'épandage du mélange reste confiné dans l'atelier de production ainsi que le nuage de chlorure d'hydrogène émis. Le POI de l'établissement est activé. Les secours internes utilisent une 'couverture d'eau' pour limiter l'évaporation et le risque d'inflammation et nettoient le local ; les déchets liquides sont transférés dans une cuve étanche. Le trafic ferroviaire est interrompu par précaution sur une ligne proche. Le POI est levé 2 h après l'accident, aucun blessé n'est à déplorer. Un débit de réactif (BrCl) trop élevé est à l'origine de l'augmentation de pression dans le réacteur et du fonctionnement des soupapes de sécurité : la vanne de contrôle sur l'arrivée avait été remplacée temporairement par une vanne manuelle pour cause de maintenance. Les jours précédant l'incident, des bouchages répétés avaient amené au changement de consigne de positionnement de la vanne manuelle. Pour éviter qu'un tel accident ne se reproduise, différentes actions correctives sont menées : dimensionnement de la ligne de chargement des réactifs pour que le débit soit toujours inférieur au débit effectif des événements, amélioration du suivi des demandes de modification temporaire, installation d'un filtre sur la ligne de chargement des réactifs pour éviter les risques de bouchage, étude du dimensionnement du réseau de soupapes pour minimiser le risque de bouchage d'événements par entraînement biphasique.

     **ARIA 31630 - 14/03/2006 - 45 - SEMOY**

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

     Dans une usine chimique, 3 kg de méthyléthylcétone (MEK) sont rejetés via la soupape d'un réacteur suite à sa montée en pression (50 mbar). Les vapeurs de solvant s'échappent par les événements et se répandent dans l'unité et la cour du site. Alertés par l'odeur, les opérateurs contrôlent les réacteurs de la zone et constatent que la température de l'un d'eux a atteint 91 °C alors que la consigne est de 50 °C. Le circuit de chauffe est fermé et le dispositif de refroidissement est activé. L'accident s'est produit après le chargement des matières premières (MEK et 1,4-dioxane), lors du réglage de la chauffe : le positionnement de la boucle de régulation de la température en mode manuel alors que la vanne de régulation était restée ouverte est à l'origine du chauffage excessif. Ainsi, le non-respect de l'instruction de contrôle au démarrage de la chauffe du réacteur est en cause. Par ailleurs, le seuil d'alarme de température très haute était réglé à 150 °C et la température n'était pas enregistrée. Les mesures prises suite à l'accident concernent la mise en place de contrôles et de suivis de la chauffe des réacteurs batch, l'amélioration de la procédure de suivi des modifications à utiliser pour les revues de sécurité (notamment concernant les seuils d'alarme) et les réceptions de travaux, le contrôle des seuils d'alarme lors de l'étalonnage des indicateurs de température.

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

20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

     Dans une usine chimique fabriquant des engrais, une émission d'ammoniac au niveau de l'atelier de nitrate d'ammonium en solution chaude (NASC) intoxique 4 employés dont 2 d'une entreprise extérieure. L'installation est mise en sécurité et les pompiers sont alertés. Les 4 blessés transférés à l'hôpital pour des examens en ressortiront 5 h plus tard.

L'accident intervient alors que l'atelier est en fonctionnement depuis la veille au soir. La régulation du débit d'acide nitrique (HNO₃), 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 est programmée pour le jour de l'accident, à 9h00.

Lors de cette intervention, les sécurités de débit bas et haut sont inhibées le temps des essais. Après manipulation de la vanne d'arrivée d'acide nitrique, le débit de HNO₃ s'arrête brutalement, entraînant un excès d'ammoniac dans le réacteur. L'opérateur tente en vain de réactiver les sécurités de débit puis déclenche volontairement le réacteur. Des vapeurs basiques sont alors rejetées via les événements de l'installation et par dégazage des condensats non recyclés rejetés dans les caniveaux qui traversent l'atelier.

La défaillance matérielle de la vanne d'acide nitrique est à l'origine de l'accident : une goupille cassée est retrouvée à l'intérieur lors de son démontage. Ce problème matériel n'était pas détectable sans démontage et le report en salle de contrôle n'indiquait pas de défaut.

L'absence d'alerte collective au niveau de l'atelier et l'insuffisance de l'analyse des risques avant intervention sont également en cause.

Au titre du retour d'expérience, la formation du personnel est améliorée quant à la mise hors service temporaire des dispositifs de sécurité et la mise en place de détecteurs ammoniacs associés à une alarme est envisagée.

     **ARIA 38418 - 28/08/2008 - ETATS-UNIS - INSTITUTE**

20.20 - Fabrication de pesticides et d'autres produits agrochimiques

     Dans une usine de pesticides employant 520 personnes, un réservoir de 17 m³ servant au traitement de résidus de Méthomyl dans un solvant MTBK (cétone méthylisobutylique) monte en pression subitement à 22h20 et explose à 22h35. L'explosion endommage gravement l'unité de production, arrache des canalisations et provoque un incendie alimenté par les 8 m³ de produit présent dans le réservoir. Les équipes du site interviennent, secondées de pompiers extérieurs en application d'un protocole de secours mutuels.

Le site est voisin d'une importante université et d'une rivière. La police ferme l'autoroute voisine. Un manque de transmission d'informations aux autorités de la part de l'exploitant, notamment sur les éventuels produits toxiques émis, retarde l'organisation des mesures d'urgence ; les autorités décident de confiner 40 000 personnes chez elles pendant 3h. Le feu est éteint à 2h45.

Deux employés, envoyés vérifier la cause d'un déclenchement d'alarme de pression sur la cuve, sont tués (1 sur le coup, 1 des suites de ses brûlures 41 jours plus tard). 6 pompiers et 2 employés d'une compagnie ferroviaire présents sur le site sont intoxiqués ; 1 sera hospitalisé 24 h. Des dommages (bris de vitres essentiellement) sur des bâtiments et des véhicules sont rapportés jusqu'à 10 km dans les localités sous le vent, la plupart se situant dans un rayon de 2,5 km. Les dommages à l'extérieur du site s'élèvent à 37 000 \$ (25 000 Euros).

Un réservoir situé à 25 m, protégé par un bouclier anti-projections et contenant 6 t d'isocyanate de méthyle (MIC), est atteint par des débris mais ne fuit pas, empêchant la dissémination de ce produit très toxique impliqué dans la catastrophe de Bhopal (ARIA 7022)

L'agence fédérale chargée des accidents chimiques (CSB) effectue une enquête qui révélera que l'accident est principalement dû à des défaillances organisationnelles : absence d'encadrement suffisant en phase de démarrage avec un nouveau système informatique de commande, formation insuffisante des opérateurs sur ce nouveau système, non-respect des procédures écrites de démarrage (par ailleurs non actualisées), incluant le by-pass de mesures de maîtrise des risques critiques. D'autres facteurs aggravants sont listés : insuffisance d'étude de sécurité avant redémarrage, équipements au fonctionnement dégradé,

communication insuffisante lors du changement d'équipe, fatigue des employés causée par les conditions de travail lors du redémarrage (nombreuses heures supplémentaires, stress)... L'exploitant essaiera de plus de retenir volontairement des informations, notamment concernant son stockage de MIC, sous prétexte de lois anti-terroristes.

La cuve de traitement des résidus et l'ensemble du système de commande de l'unité avaient été changés pendant un long arrêt estival. La production est relancée prématurément à cause d'une forte demande sur le produit.

Des problèmes multiples sur la chaîne de fabrication en amont du traicteur de résidus concentrent toute l'attention des opérateurs et entraînent des concentrations en Méthomyl dans les résidus dépassant 20% pour un maximum autorisé de 1%. En fonctionnement normal, les résidus se décomposent dans la cuve ; les gaz sont traités et le solvant est utilisé comme combustible dans d'autres parties de l'usine.

Un by-pass de sécurité ayant été shunté, la cuve de traitement n'ayant pas été pré-remplie avec du solvant « propre » et pré-chauffée et le niveau de liquide étant très haut (à cause d'un régulateur automatique forcé en mode manuel), les résidus trop concentrés provoquent un emballement de réaction qui conduit à l'explosion de la cuve de traitement.

     **ARIA 36496 - 15/07/2009 - 57 - SAINT-AVOLD**

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. 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 plusieurs 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.

     **ARIA 38431 - 10/05/2010 - 26 - PIERRELATTE**

20.13 - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

    Dans une usine de transformation de matières uranifères, produisant également des produits fluorés, une fuite évaluée à 3 kg de fluor (F2) se produit sur l'un des 2 postes de remplissage de bouteilles d'un mélange de gaz constitué de fluor (10 et 20 %) et d'azote (N2) sous pression.

Vers 10h30, l'opérateur lance le conditionnement de 4 cadres simultanément, 2 sur le poste A et 2 sur le poste B. Les cadres ont déjà une pression interne de 50 bars et doivent atteindre 105 bars. Auparavant, il a préparé son installation (bon ratio F2/N2) en comprimant sur le poste C de secours qui est désormais à une pression de 70 bars. Vers 12 h, il arrête le remplissage simultané des 2 postes, la pression à l'intérieur des 4 cadres étant de l'ordre de 90 bars. Seul le remplissage du poste A est poursuivi. A 12h11, la pression des cadres du poste A est de 105 bars. Leur cycle de remplissage étant terminé, le basculement automatique a lieu, permettant le remplissage des cadres du poste B dont la pression est restée à 90 bars. L'opérateur débranche les cadres du poste A pour les remplacer et continuer le programme de production. A ce titre, il ouvre le portail qui confine l'installation de conditionnement. A 12h21, les cadres du poste B ont à leur tour atteint 105 bars. L'automatisme transfère alors le mélange F2/N2 comprimé sur le poste A. L'opérateur, n'a cependant pas eu le temps matériel de remplacer les cadres du poste A et le mélange F2/N2 est rejeté à l'extérieur à la pression de 10 bars par les lyres de conditionnement. A 12h30, les équipes de sécurité internes arrêtent le compresseur, stoppant ainsi le rejet. Pris en charge par le service médical du site, 3 salariés légèrement incommodés peuvent regagner leur poste de travail quelques heures plus tard tout en restant par précaution sous suivi médical durant 24 h.

L'incident est dû à l'appréciation erronée de l'installation par l'opérateur qui a pris en compte une pression interne des cadres du poste B de 50 bars au lieu de 90 bars. Cette appréciation erronée découle elle-même du remplissage simultané des postes A et B, cette opération n'étant pas interdite par le système de conduite de l'installation. Cette dernière est mise à l'arrêt et l'étude HAZOP réalisée sera réactualisée pour redéfinir les conditions d'exploitation en sécurité.



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

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

décomposées ; 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-entretenu (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 ($< 30\%$) 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.

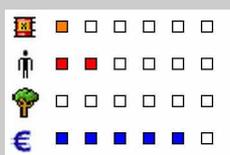


photo : Do Visser / De Gelderlander / D.R.

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'écarter 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 réflexion 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**

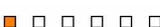
  20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

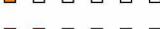
  Dans une usine d'engrais en service depuis 1969 et située à 12 km d'une ville de 40 000 habitants, un réservoir d'ammoniac (NH₃) cryogénique de 10 000 t rempli à 70 % monte en pression et éclate à sa base. La vague qui s'échappe de la brèche béante désolidarise le réservoir de son socle. Poussé dans 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.

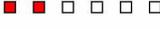
De conception japonaise, à simple paroi, le réservoir isolé par de la perlite est alimenté par un atelier de 1 400 t/j distant de 600 m. Quelques heures avant l'accident, l'un des 2 turbocompresseurs de liquéfaction est arrêté pour de longues réparations. Le 2ème turbocompresseur l'est à son tour 1 h 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'œuvre. 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...

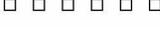
En raison du défaut d'étanchéité des dispositifs de sectionnement en place (clapets au refoulement des pompes, vannes de régulation automatiques), des retours d'eau oxygénée de la colonne d'extraction vers l'oxydeur ont permis un enrichissement progressif de la masse réactionnelle en agents métalliques 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

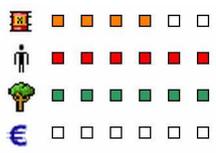
  Un nuage de cyclohexane explose violemment dans une usine de caprolactame ; 28 employés sont tués, 89 personnes sont gravement blessées, dont 53 du public. Les dommages matériels sont considérables : bâtiments détruits dans un rayon de 600 m, 1 820 habitations et 167 commerces endommagés...

  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 soudée 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 incendies 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)**

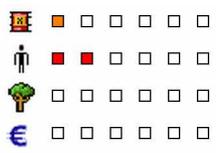
21.10 - Fabrication de produits pharmaceutiques de base

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 µg/m²) de 110 ha dont les 736 habitants sont évacués, zone B (5 < C < 50 µg/m²) 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 µg/m²) de 1 430 ha.

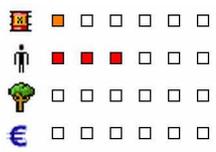
Plus de 250 cas de chloracnée sont diagnostiqués, 220 000 personnes auraient été exposées. Au total 81 000 animaux meurent ou sont abattus. La quantité de dioxine émise sera évaluée entre 0,2 et 40 kg. La décontamination de la zone qui commence 6 mois plus tard, durera 5 ans. La terre superficielle, 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) / nitrochlorobenzate 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

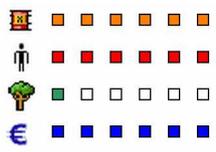
d'une intervention locale de ces derniers ; 5 sont blessés dont 2 gravement, l'un d'eux décèdera des suites de ses blessures. Des équipements de la colonne sont détruits. L'environnement n'est pas atteint. Le retour d'une solution acide entre 2 bacs par effet siphon et sa concentration dans la colonne 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 SO₂. 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**

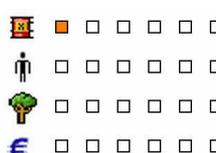
20.20 - Fabrication de pesticides et d'autres produits agrochimiques

 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 pénétre 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 défectueux : 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'IIC 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 oeuvre 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 oeuvre 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'emballement 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'absorbeur, 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'absorbeur. 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

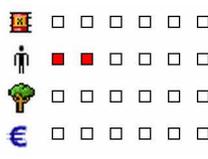


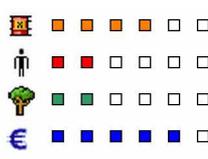
Durant 20 min, une fuite de 0,7 t de gaz résiduaire contenant 1 % d'HCN a lieu sur un site chimique. Le plan alerte au gaz et le POI sont déclenchés, pour être levés 1h25 et 2 h plus tard. Le personnel est évacué à 10h30 après activation de 2 détecteurs de gaz. Le nuage s'étend sur 350 m vers le sud 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' NH_3 , de gaz naturel et d'air enrichi en O_2 ; 135 t/h de gaz résiduaux 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 résiduaux, l'exploitant souhaitant augmenter le régime de fonctionnement de la chaudière. Automatiquement, l'intégralité des gaz résiduaux 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 résiduaux 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 résiduaux, 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, connections 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 CO_2 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.

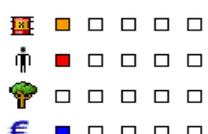
ARIA 25900 - 18/08/2003 - 21 - MONTBARD

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.

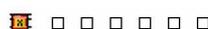
L'utilisation des cuvettes de rétention comme « stockage intermédiaire » était habituelle sur le site lors de l'entretien des installations, voire même en marche normale. L'inspection relève aussi l'absence de consignes pour les travaux et de plan d'intervention (sinistre), ainsi que des fiches produits, 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.

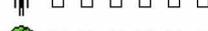
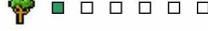
 **ARIA 31691 - 26/04/2006 - 60 - CATENOY**
20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base
Dans une usine chimique, une fuite de bichlorure de soufre (SCl_2) sur une canalisation équipant le bouilleur d'une colonne de distillation s'hydrolyse produisant une forte émission de chlorure 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).

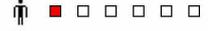
Un capteur de pression était en maintenance. Il avait été diagnostiqué défaillant après avoir indiqué 108 mbar de pression en sortie de bouilleur (alarme haute = 100 mbar), déclenchant ainsi la fermeture des vannes d'alimentation en SCl_2 et de régulation vapeur chauffant le bouilleur. Avant remplacement du capteur, le bouilleur contient 150 kg de SCl_2 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 consignation.

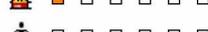
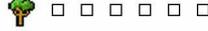
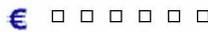
 **ARIA 32016 - 24/07/2006 - 80 - AMIENS**

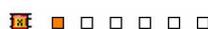
 37.00 - Collecte et traitement des eaux usées
 Des eaux résiduaires noires polluent la SELLE, la faune aquatique est mortellement atteinte. L'alerte est donnée le lendemain. La pollution résulte de la défaillance du poste de relevage d'une station d'épuration urbaine et au déversement direct des effluents 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.

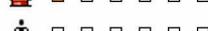
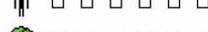
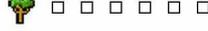
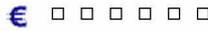
 **ARIA 32484 - 08/11/2006 - 77 - GRANDPUITS-BAILLY-CARROIS**

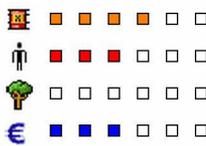
 20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais
 Dans une usine d'engrais, de l'ammoniac (NH_3) émis dans un atelier de nitrate d'ammonium en solution chaude (NASC) intoxique 4 employés dont 2 d'une entreprise extérieure. L'unité est mise en sécurité et les pompiers sont alertés. Les 4 blessés sont 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 ($823 \mu g/m^3$) 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 suppresseur, 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 réfection, elle était dépourvue de son liner de protection anti-acide. L'HCl s'est ainsi répandu sur la chaussée et le terrain proches, puis déversés 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'événement 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.



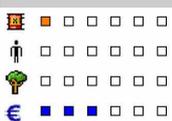
Suivi des caractéristiques des équipements



Eclatement d'une tuyauterie de vapeur d'eau surchauffée

ARIA 38831 - 28/06/2010 - 76 - Le-Grand-Quevilly

20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais



A 23h15, une détente brutale et sonore de vapeur se produit dans une unité de synthèse d'ammoniac (NH₃) appartenant à une usine d'engrais azotés classée Seveso. L'assemblage d'un fond bombé soudé à une canalisation calorifugée de vapeur d'eau haute pression reliée aux équipements de reformage catalytique vient de se rompre brutalement. Le fond, de 40 kg en acier, est projeté longitudinalement. Dans l'atelier, une passerelle est arrachée et une échelle d'accès endommagée. Il traverse ensuite

l'atelier de séparation de l'ammoniac 25 m plus loin sans faire de dégâts, passe au-dessus d'une bande transporteuse d'ammonitrates et atterrit 230 m plus loin dans la zone de stationnement des wagons pleins d'ammoniac avant expédition, vide ce jour là. La vapeur d'eau, qui circule à 520° C et sous 120 bars dans la canalisation, arrache les bardages en fibrociment du mur situé à 20 m de la zone accidentée et s'échappe dans l'atmosphère avec un bruit nettement perceptible, les deux employés présents dans l'unité coupent l'alimentation en vapeur pour faire cesser le bruit, arrêtent la production et refroidissent le vaporeformeur avec de l'azote. A 23h50, le POI est actionné par l'exploitant, mais il n'actionne pas la sirène ni ne prévient les communes voisines. Intrigués par le bruit, des riverains appellent les services de secours vers minuit, ceux-ci se rendent sur place avec 55 hommes et plusieurs fourgons. Ils n'ont pas à intervenir. Au bruit des sirènes des fourgons, certains riverains se mettent à leurs balcons ou se rendent aux abords du site car la commune ne peut les renseigner sur l'accident en cours. Aucune victime n'est à déplorer, les autres unités du site ne sont pas impactées et continuent de fonctionner. L'unité accidentée est mise à l'arrêt pour plusieurs semaines, provoquant l'arrêt des unités de fabrication d'engrais spéciaux par manque de vapeur.

L'exploitant ne constate qu'une légère oxydation au niveau de la rupture sur le fond bombé et un trou sur la paroi interne du tube débouchant. Une expertise métallurgique du fond bombé montre qu'un fluage lent amorcé en peau externe avec cheminement dans l'épaisseur serait à l'origine de la rupture. Cette hypothèse s'appuie sur la détection de cassures oxydées, non déformées avec présence de microfissures intergranulaires aussi bien côté canalisation que côté fond. La cause de ce fluage est expliquée par la composition métallurgique du fond bombé, en acier carbone ordinaire non allié, qui n'est pas adaptée à des températures supérieures à 425° C. La canalisation est en acier faiblement allié type P22, présentant une meilleure résistance au fluage et conforme aux spécifications d'origine établies il y a 32 ans pour ces deux éléments. Les contrôles réalisés à l'époque sur le fond bombé n'avait pas permis de détecter la non conformité de l'acier. Le fluage pourrait avoir été favorisé par le traitement thermique réalisé à 700°C lors de l'installation des équipements, après soudure de l'assemblage. Les contrôles périodiques effectués au titre des équipements sous pression sur la tuyauterie accidentée n'ont été documentés par l'exploitant que 25 ans après sa mise en service, à l'occasion d'une requalification périodique. Cette première requalification documentée a été prononcée sans aucun dossier de construction (perdu), et les contrôles qui ont suivi n'ont jamais porté sur le tronçon accidenté.

Neuf mois avant l'accident, le service d'inspection interne avait demandé l'ajout du mode de « dégradation par vibrations des canalisations vapeurs HP » dans le plan d'inspection des canalisations de l'unité, suite à une rupture de purge d'une canalisation haute pression après redémarrage de l'unité. Ce mode était toujours absent du plan d'inspection le jour de l'accident. L'inspection des IC demande un contrôle matière des tuyauteries de l'unité avant tout redémarrage, qui permet d'identifier 12 autres équipements en acier non conforme (té, piquage, fond, bride...).

Suivi des caractéristiques des équipements

Les équipements de production présents sur sites industriels peuvent être soumis à des cycles d'utilisation intensive sur des périodes prolongées, leur vie dépassant parfois 30 ans. A ce titre, la gestion des risques doit accorder une attention particulière au suivi de l'évolution des caractéristiques des équipements qui transportent ou mettent en oeuvre des matières dangereuses et aux conditions susceptibles de les altérer. Si les textes relatifs aux Equipements Sous Pression (ESP) réglementent certains risques, ce n'est pas le cas pour tous les équipements sensibles d'un site industriel, qui méritent à ce titre un suivi adapté et formalisé au regard de la législation des installations classées et notamment en application de l'arrêté ministériel du 4 octobre 2010, ou encore de celui du 26 janvier 2011 pour les canalisations de transport de matières dangereuses. L'accident du Grand Quevilly (**ARIA 38831**) montre que des erreurs organisationnelles dans ce suivi, même estimées mineures à l'origine, sont susceptibles d'entraîner des conséquences accidentelles graves au cours du temps (l'impact sur des réservoirs d'ammoniac sous pression ayant été évité dans ce cas).

La première anomalie organisationnelle de cet accident réside dans la perte du dossier constructif de la tuyauterie de l'unité. Même si des contrôles matières non destructifs n'existaient pas en 1978 à l'époque de la construction de l'équipement, l'examen rigoureux d'un tel dossier aurait pu permettre de détecter la non conformité de l'acier utilisé pour ce fond bombé et pour les douze autres équipements non conformes de l'unité, ou à défaut de se poser la question de l'opportunité d'un contrôle matière en l'absence d'information à ce sujet lors de la première requalification rendue obligatoire en 2000. En l'absence de traçabilité et de suivi, les matériaux ou méthodes constructives employés peuvent ne pas être adaptés aux procédés (ARIA 24856, 33472, 34007 et 36599). Dans le cas de l'accident du Grand Quevilly, comme dans celui de Pardies (ARIA 34007), le suivi de l'équipement ESP accidenté a été mis en place tardivement sous l'effet du renforcement de la réglementation. La perte des dossiers constructifs et l'absence de suivi formalisé pendant des décennies ne permet plus d'identifier correctement les risques qu'exercent les procédés sur les équipements (corrosion, fatigue, vibration...), conduisant à des pertes de confinement de matières dangereuses. Cette perte de connaissance ne peut être compensée qu'au prix d'un effort organisationnel et financier parfois important et difficile à mettre en oeuvre rapidement (arrêt de la production, préparation des équipements au contrôle, décalorifugeage...). Dans le même ordre d'idées, l'expérience a montré que l'ouverture d'équipements peut révéler de graves défauts internes qui n'étaient pas aisément soupçonnables (cf. accident évité de justesse à Reichstett : ARIA 21886).

L'anomalie la plus évidente est l'absence de tout suivi formalisé (ARIA 17815), parfois au mépris de la réglementation en vigueur, comme sur ce site où deux accidents se produisent à moins de 2 mois d'intervalle (ARIA 38650 et 39526) sur une canalisation sous pression de vapeur d'eau surchauffée qui n'avait jamais été inspectée depuis 40 ans. Cependant, comme le montre le cas de Richement (**ARIA 38436**), il est plus fréquent qu'un accident survienne alors qu'un suivi formalisé de l'équipement est déjà en place, mais se révèle inadapté en raison de :

- technique de contrôle employée eu égard au défaut à détecter (ARIA 36654, 35264) ;
- méthodologie d'exécution du contrôle (ARIA, 5954, 27415) ;
- caractéristique de fonctionnement de l'équipement, induisant une sollicitation particulière justifiant des procédures de contrôle adaptées (ARIA 36599) ;
- fréquence et localisation des contrôles (ARIA 14666, 20356, 21961, 22358, 32460, 33410 et 36599) ;
- implantation de l'équipement rendant l'accès ou le contrôle visuel direct difficile, voire impossible (ARIA 19538, 31718, 32347, 35402 et 38140), ou dans un sol favorisant la corrosion : présence de silice / galet, forte conductivité, courants vagabonds (ARIA 2257, 23034 et 27937), en zone susceptible d'être immergée (ARIA 21233, 35293, 35402, 37681 et **38436**) ou en zone de mouvement de terrain (ARIA 17379, 32675, **38436** et 39803) ;
- l'environnement physico-chimique de l'équipement, comme un milieu corrosif (ARIA 19922, 19538, 22751, 27415, 33077, 36578, 36599 et 38552) y compris la corrosion galvanique (ARIA 23898), un fort taux d'humidité (ARIA 23252, 25990, 32347 et 35286), les supports de canalisations (ARIA 33071 et 39714), les vibrations (ARIA 2680 et 33428) ou les chocs et sollicitations thermiques (ARIA 22249) ; le risque de fuite liquide d'une canalisation voisine (ARIA 34351), ou de condensation issue de canalisation réfrigérée située à l'aplomb (ARIA 35146 et 38140).

Plus rarement, des accidents peuvent relever d'une erreur de diagnostic conduisant à un suivi inadapté (ARIA 35293), voire d'une falsification des documents de la procédure de suivi (ARIA 5954).

L'accident du Grand Quevilly pointe une seconde erreur organisationnelle, qui montre que le suivi d'un équipement ne doit pas se limiter à l'étape du diagnostic, mais doit inclure la réalisation effective des actions préventives ou correctives préconisées. Si, comme le demandait le Service d'inspection reconnu du site depuis 9 mois, le mode de « dégradation par vibration » avait été pris en compte dans le plan d'inspection de la tuyauterie accidentée, une occasion supplémentaire aurait vu le jour pour se pencher sur la situation de la tuyauterie vapeur haute pression pourvue de fond bombé et détecter éventuellement la non-conformité de l'acier ou un début de corrosion sur la soudure. Ce défaut ou retard dans l'application des recommandations issues du contrôle se retrouve dans plusieurs causes d'accidents (ARIA 34007, 34351, 34990, 35293, 38140 et 39803).

Les actions de suivi et de contrôle d'un équipement méritent d'être proportionnées à l'importance des enjeux en cas d'accident; enjeux définis par des critères de toxicité, de potentiels d'énergie, d'effets dominos possibles et de présence d'éléments vulnérables humains ou environnementaux. Les mesures prises par un exploitant suite à une répétition d'accidents similaires sur son site (ARIA 35146) montrent la pertinence d'une telle approche. A contrario, l'accident du Grand Quevilly (**ARIA 38831**) laisse penser que la focalisation sur les risques toxiques présentés par les canalisations de NH3 avait probablement fait oublier les dangers liés au potentiel d'énergie de la vapeur sous pression (produit non toxique) et les effets dominos possibles sur les autres installations du site (réservoirs de NH3 sous pression, stockage d'ammonitrates).

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

GRANDE PAROISSE

20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

Une fuite de soufre liquide survient sur un réservoir de 14 900 t de capacité contenant 11 000 t de produit maintenu chaud à 155-160°C. Le débit de fuite de 8,5 m³/h (350 t/j) est émis par un trou de 1 à 2 cm de diamètre à la base de la robe. La fissure est due à la rupture des points d'ancrage internes de la conduite d'alimentation du bac depuis les unités. Les vibrations lors des transferts (600 m³/h) ont causé des tensions sur une soudure d'une tuyauterie de réchauffage, qui a cédé et provoqué une fuite de vapeur. Ceci a induit une érosion sur une zone préalablement corrodée et donc un percement de la paroi. La vidange est effectuée en 6-8 j par transfert vers différentes unités consommatrices. Le soufre est orienté vers un ancien parking pour y être stocké puis récupéré par broyage après refroidissement. Aucune conséquence externe n'est déplorée.

ARIA 5954 - 19/10/1994 - ALLEMAGNE - BONN

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

     Une explosion se produit dans une chaufferie urbaine, pendant des opérations de réglage. Quatre employés de l'usine et d'une entreprise extérieure décèdent immédiatement ; 2 autres meurent 2 et 5 jours plus tard, et 1 employé est gravement brûlé. L'explosion, qui est due à la rupture d'une conduite de vapeur surchauffée à 550°C, n'entraîne pas de conséquence au-delà des limites de l'installation. Neuf jours avant l'accident, un organisme de contrôle aurait effectué une réépreuve de la partie de circuit concernée à une pression inférieure à la pression prévue, et l'attestation aurait été falsifiée. L'unité concernée, mise en service en 1982, a une capacité de 492 t/h.

ARIA 17815 - 26/05/2000 - 88 - LE THILLOT

15.11 - Aprêt et tannage des cuirs ; préparation et teinture des fourrures

     Une fuite se produit sur le tuyau de vidange inférieur d'une cuve de 16 m³ contenant 10,3 m³ d'acide sulfurique. Le réservoir sous 2 bars alimente un atelier de tannage. En aval, les effluents de l'usine sont neutralisés au lait de chaux et traités au sulfate ferreux (précipitation des sulfures), rejoignent le bassin de décantation du site puis une station biologique collective. Des ouvriers constatent à 5 h la présence de produit dans la cuvette de rétention. A 6h15, le chef d'entretien ne maîtrisant pas la fuite alerte le directeur et coupe la surpression de la cuve. Le système de vidange de la rétention laissé ouvert provoque à 7h30 l'arrivée massive d'un effluent très acide dans la STEP collective. La pompe du bassin de décantation est alors arrêtée et le dispositif de vidange fermé. L'exploitant transverse dans des conteneurs les 3 000 l d'acide encore présents dans la cuve. Vers 8 h, des fissures sur la cuvette de rétention remplie de 7 300 l de produit sont à l'origine de fuites. 500 l polluent sur 400 m le COUARD, qui traverse le site, et la MOSELLE sur 500 m ; provoquant une importante mortalité piscicole. Une pisciculture est également atteinte. L'exploitant dirige 6 000 l d'acide vers le bassin de décantation, menaçant la STEP collective puis alerte les pompiers, la mairie et le préfet 15 min plus tard. En parallèle, il neutralise les 800 l d'acide encore présents dans la cuvette à l'aide de carbonate de sodium. A leur arrivée, les pompiers installeront un merlon de sable en amont du cours d'eau. Vers 14h30, une société spécialisée pompe le contenu de la cuvette, qui sera ensuite rincée à l'eau. 3 h plus tard, un arrêté préfectoral d'urgence interdit à l'exploitant tout rejet dangereux pour la station biologique. Appuyé par une société spécialisée, l'exploitant met en oeuvre le 29 mai un dispositif de neutralisation et de contrôle du pH des effluents du bassin de décantation avant leur rejet à la STEP. Il permet un retour à la normale dès le 2 juin. Plusieurs anomalies sont relevées eu égard aux prescriptions préfectorales : cuvette de rétention fissurée, examens périodiques non réalisés et tuyau de vidange inférieur non conforme ; ce dernier était constamment en charge et ne pouvait pas être obturé par un bouchon intérieur. L'exploitant ne remet pas en service la cuve, surdimensionnée par rapport aux besoins de l'activité, préférant utiliser dans l'atelier de tannage 2 conteneurs de 1 000 l sur rétention.

ARIA 21886 - 01/02/1999 - 67 - REICHSTETT

19.20 - Raffinage du pétrole

     Dans une raffinerie, une campagne de travaux est en cours en vue de la pose de clapets de fond sur des sphères de stockage de gaz de pétrole liquéfié (GPL), en service depuis plusieurs dizaines d'années et qui ont été vidées pour l'occasion. Les clapets sont à installer en amont des canalisations de soutirage des sphères (DN 250, Pbutane = 5 bar, Ppropane = 13,7 bar) qui sont déposés à cette occasion. La découpe de la canalisation d'une des sphères, en aval de l'endroit où le clapet doit être installé, permet de détecter une zone d'épaisseur résiduelle très faible. Dans cette zone, la paroi de la canalisation présente une épaisseur de l'ordre de 2 à 3 mm pour une épaisseur nominale de 12,7 mm, soit une perte d'épaisseur de plus de 70 %. La découpe de la canalisation de soutirage d'une deuxième sphère permet d'identifier un défaut du même type. Les défauts, de 13 cm de long sur 3 cm de large, sont tous deux localisés immédiatement en aval du coude de pied de sphère et en amont de la première vanne de sectionnement. Ce défaut n'était pas connu du service inspection de la société. L'exploitant procède au contrôle de l'ensemble des canalisations de sous-tirage du site, et lance une inspection quinquennale de ces lignes de soutirage. L'opération de mise en place de clapets de fond par l'exploitant (clapet de sécurité à commande hydraulique) était l'aboutissement de demandes formulées avec insistance depuis plusieurs années par l'inspection des installations classées (installation d'une vanne ou d'un clapet à sécurité positive en application de l'article 8 de l'arrêté ministériel du 10.05.1993). Les défauts détectés ne semblent pas d'origine métallurgique : aucune modification n'existant en fond de cavité. La corrosion par cavitation est aussi écartée en raison du diamètre de la canalisation et de la vitesse d'écoulement (entre 0,3 et 1 m/s). Par ailleurs, il est observé que les défauts sont rencontrés sur un coude et des tubes de métallurgies différentes. L'exploitant dirige ses recherches vers des problèmes d'érosion liés à d'anciennes opérations de sablage interne de sphères, l'opérateur ayant pu provisoirement caler la lance de sablage dans le fond de la sphère au cours de ces opérations. En raison de la gravité potentielle des défauts détectés, une campagne de contrôle nationale est réalisée sur les installations du même type (cf. arrêté ministériel du 19.03.1999). Le même défaut est détecté sur une sphère GPL d'une autre raffinerie française.

ARIA 23034 - 20/05/2002 - 69 - FEYZIN

19.20 - Raffinage du pétrole

Un écoulement de pétrole brut est constaté en bordure d'un pipeline dans une raffinerie. Celle-ci est alimentée en pétrole brut par 2 pipelines de 10" et 16" ; ces derniers passent en aérien sur le site, prenant le statut de canalisations d'usine. La protection cathodique n'est plus assurée dans cette zone. Les pipelines traversent en souterrain une allée du site et sont protégés de la corrosion extérieure par une enduction de brai. Après la découverte de brut près de l'allée, une fouille est creusée à proximité. Ceci permet de drainer la zone et d'inspecter une partie de la canalisation de 16" enterrée à cet endroit : après retrait de la protection de brai, des corrosions (piqûres jusqu'à 5,5 mm) sont observées à proximité de la zone percée. Cette situation serait due selon l'exploitant à l'absence d'un lit de sable de protection autour du pipeline : des galets sont en effet directement en

contact avec la paroi et ont même poinçonné la protection au brai. Une réparation est effectuée en installant des colliers anti-fuite sur les zones les plus atteintes et en reconstituant une nouvelle protection brai. La raffinerie étudie le remplacement des 2 canalisations par une seule tuyauterie et leur passage dans un dalot en béton sous l'avenue.

      **ARIA 27415 - 14/06/2004 - 22 – UZEL**

46.71 - Commerce de gros de combustibles et de produits annexes

      Lors d'un contrôle de routine d'une sphère de propane de 2 000 m³ (dernière épreuve : 2002) dans un dépôt de GPL, le chef de dépôt entend un sifflement dû à une fuite. Celle-ci concerne une tubulure de 1"       à 2,50 m du sommet de la sphère utilisée pour alimenter un dispositif de jaugeage actuellement démonté.       Une autre tubulure associée à celle-ci n'a également plus de fonction technique. Les détecteurs de gaz

n'ont rien décelé, les indicateurs de niveau de la sphère n'ont pas révélé de variation visible. Une ronde la veille au sommet de la sphère n'avait rien révélé d'anormal. Le réservoir contenait 830 t de propane lors des faits.

La fuite, qui se produit moins de 22 mois après la dernière épreuve décennale, résulte d'une perforation externe de 3 mm due à un point de rétention d'eau de pluie qui a entraîné un mécanisme d'aération différentielle avec acidification locale connu sous le nom de « goutte d'EVANS ». La réparation avec suppression des 2 tubulures nécessite une vidange de la sphère, l'installation d'un échafaudage, puis des contrôles de soudure à réaliser après dépose des tubulures et ragréage des surfaces. Dans l'attente, l'exploitant colmate la fissure avec une résine et installe des colliers de renfort. Deux tests sont réalisés quotidiennement sur cette réparation provisoire avec un produit détecteur de fuite. La sphère sera vidangée fin juillet et dégazée. Une entreprise extérieure réalise les travaux au courant de la 2^{ème} quinzaine d'août. La tubulure en cause est expertisée.

      **ARIA 32347 - 28/08/2006 - 61 - ARGENTAN**

10.52 - Fabrication de glaces et sorbets

      Dans un tunnel de surgélation d'une usine de glaces alimentaires, une fuite de 40 kg d'ammoniac (13 t       d'NH₃ au total dans l'installation) a lieu à 6h30 sur une tuyauterie d'une ligne de fabrication de cônes. Un opérateur alerte aussitôt le frigoriste présent sur le site. Dans le même temps, la détection automatique de l'atelier se met en alarme au 1^{er} seuil de 300 ppm avec report en salle de contrôle et déclenchement      

d'une sirène.

A 6h40 et en 10 min, une équipe d'intervention (frigoriste + frigoriste d'astreinte + responsable installations NH₃) localise la fuite et ferme des vannes de sectionnement manuelles pour couper les arrivées d'NH₃. Le circuit est mis en sécurité en actionnant l'arrêt d'urgence et la tuyauterie est purgée. Les agents de fabrication quittent l'atelier et la production est arrêtée. L'exploitant prévient à 8 h la société chargée de la maintenance des installations de réfrigération. Les pompiers alertés à 8h30 interviennent 1 h plus tard pour faciliter l'extraction de l'NH₃ dans le secteur de la fuite et dans l'atelier de production, puis les locaux sont ventilés. A son arrivée, le prestataire frigoriste effectue des mesures de concentration en NH₃ dans le tunnel de surgélation ; elles montrent une dispersion progressive de l'NH₃ émis à l'atmosphère. A 9 h, l'exploitant décide la mise en chômage technique de ses 122 employés pour une journée. L'NH₃ émis dans l'atelier sera évacué hors du bâtiment à l'aide des extracteurs répartis sur la zone ; la concentration chute ainsi de 437 à 194 ppm en 2 h. Une météorologie favorable avec vents moyens dirige l'NH₃ vers la zone industrielle où il se disperse. La concentration devenue pratiquement nulle, l'intervention des pompiers s'achève vers 17 h.

La canalisation endommagée était revêtue de mousse polyuréthane injectée, elle-même protégée par un revêtement en inox. Une corrosion extérieure importante sera détectée sous le calorifugeage. Celle-ci qui ne pouvait être détectée par un simple contrôle visuel serait à l'origine de la rupture de la canalisation, elle-même soumise à des conditions d'exploitation difficile en présence d'une atmosphère humide. Cette hypothèse n'avait pas été prise en compte dans l'étude des dangers. La quantité d'NH₃ émise était contenue dans la canalisation entre la vanne fermée et le point de fuite. L'exploitant avait déjà entrepris une démarche de prévention de la corrosion, notamment lors des remplacements périodiques des tuyauteries, en les protégeant systématiquement par des bandes grasses pour limiter les effets de l'humidité. Une nouvelle inspection de l'ensemble des tuyauteries et tunnels de surgélation sera réalisée pour remplacer progressivement les canalisations isolées par du polyuréthane, facteur d'accélération de la corrosion, par des tuyauteries protégées par des bandes grasses extérieures.

      **ARIA 33071 - 03/06/2007 - 76 - NOTRE-DAME-DE-GRAVENCHON**

19.20 - Raffinage du pétrole

      Vers 17h10, une explosion suivie d'un incendie affecte une unité de désulfuration des gazoles d'une raffinerie. Le POI est déclenché, un périmètre de sécurité est mis en place autour de l'unité et une route départementale est momentanément coupée.            

Une équipe d'intervention maîtrise le feu principal en 50 min environ sans l'appui des moyens de secours externes présents à titre préventif. Le POI est levé à 22h35.

Cette unité était en phase d'arrêt pour le nettoyage programmé d'un aéroréfrigérant avec une mise en recirculation d'un gaz riche en H₂. L'accident a pour origine la rupture franche d'une canalisation en acier-carbone calorifugée de 8" située en hauteur dans un rack et alimentée par un mélange hydrocarbures/hydrogène. L'accident a donné lieu à une explosion dont la surpression a été évaluée par l'exploitant à environ 60 mbar à 10 m. La fuite étant alimentée, l'incendie a affecté d'autres canalisations ainsi que les soupapes en liaison avec le réseau torche, d'où la persistance de plusieurs foyers secondaires éteints vers 3h30. Les quantités relâchées sont estimées par l'exploitant à moins de 2 t d'hydrocarbures liquides et 50 kg d'hydrogène.

Aucune victime n'est à déplorer. Les conséquences économiques sont évaluées à 500 000 euros de dégâts matériels et 2 millions d'euros de perte de production.

Un arrêté préfectoral de mesures d'urgence demande à l'exploitant des investigations pour déterminer les causes de l'accident et fixe les conditions de remise en service de l'unité impliquée. Cette rupture est due à une corrosion externe localisée au niveau du supportage de canalisation. Sur un tronçon d'environ 45 cm de long sur la demi-circonférence inférieure de ligne, l'épaisseur résiduelle de la canalisation est de 3 mm en moyenne contre 6,5 mm à l'origine et atteint 1,2 mm sur certaines zones. La rupture s'est produite en 2 phases : une rupture initiale et une propagation de l'ouverture du fait de la haute pression des gaz circulant à l'intérieur de la canalisation.

Par la suite, l'exploitant revoit l'évaluation du risque pour les lignes en service gazeux sujettes à corrosion sous calorifuge ou corrosion aux points de supportage pour lesquelles le scénario d'éclatement doit être pris en compte si certaines conditions sont réunies : pression de service supérieure à 25 bar, état gazeux ou mixte dans les conditions de service, diamètre supérieur à 2" et fluide transporté dangereux (H₂, C₂, C₃, H₂+H₂S). Il s'assure de la bonne mise en oeuvre et du bon état des calorifuges et examine particulièrement les tuyauteries ne reposant pas sur des patins.

L'exploitant diffuse un communiqué de presse.

     **ARIA 34007 - 17/12/2007 - 64 - PARDIES**

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

Vers 8h20, une fuite alimentée se produit sur une canalisation située en aval des réacteurs dans une unité de fabrication d'acide nitrique d'une usine de fabrication de produits chimiques de base. Le déclenchement des sécurités entraîne l'arrêt de l'atelier. Un nuage orangé de gaz nitreux est émis à l'atmosphère pendant une trentaine de secondes. Les pompiers du site installent des rideaux d'eau au niveau de la fuite et réalisent des mesures de toxicité sous le vent qui se révéleront négatives. Aucun blessé n'est à déplorer ; les installations de production ne sont pas endommagées et l'exploitant diffuse un communiqué de presse.

L'enquête menée par l'exploitant montre que la fuite s'est produite au niveau d'une soudure longitudinale d'un piquage (DN 700, P=2,7 bars, T=85°C, acier carbone type 304 L) en sortie d'un échangeur gaz nitreux / gaz nitreux de l'unité. L'équipement, fabriqué en 1991, provenait d'une autre usine du groupe qui avait fermé. Inutilisé pendant 3 ans, il avait été monté sur l'unité accidentée en 1994 et son diamètre avait été augmenté (de 500 à 700 mm) pour limiter la perte de charge. N'étant pas soumis à la réglementation des équipements sous pression à cette époque (P<4 bars), l'intervention n'était pas bien documentée (pas de certificat matière ni cahier de soudage). Cette réglementation ayant évolué en 2000, l'équipement a été (re)qualifié en 2004, mais sans aucun dossier constructif ou modificatif. Une expertise métallurgique du piquage montre que si la matière est conforme, une corrosion acide (inter-granulaire) s'est développée au niveau des soudures longitudinales faites de 2 morceaux de tôles enviroilés et soudés. Cette corrosion a provoqué une perte d'épaisseur significative dans les zones affectées thermiquement (ZAT) des tôles: 0,4 mm résiduel contre 2 mm à l'origine. Une énergie thermique trop importante a été utilisée pour les soudures latérales lors de la modification de diamètre du piquage. Une précipitation de carbures de chrome est aussi observable en dehors des ZAT, caractérisant un traitement thermique incomplet de la tôle utilisée. Ces 2 erreurs de traitement métallurgique ont provoqué la diminution locale de la teneur en chrome de l'acier, devenu plus sensible à la corrosion inter-granulaire par condensation d'acide nitrique lors des phases transitoires. Cette corrosion a finalement provoqué la rupture franche du piquage sous pression, à proximité d'une des soudures. La perte d'épaisseur au niveau de la soudure avait été détecté en 2006 et n'avait conduit qu'à un suivi spécifique de la tuyauterie, le prochain contrôle étant prévu en 2008.

L'exploitant vérifie l'épaisseur des autres équipements sur les tuyauteries de l'unité, notamment dans les ZAT des soudures longitudinales, mais aucune perte d'épaisseur n'est constatée. Le plan d'inspection des tuyauteries est renforcé et intègre un contrôle d'épaisseur périodique des ZAT de soudures longitudinales. Un retour d'expérience sur cet accident est fait au niveau des autres usines du groupe par prise en compte de ce mode de dégradation.

     **ARIA 34351 - 16/03/2008 - 44 - DONGES**

   *19.20 - Raffinage du pétrole*

Lors du chargement de 31 000 m³ de fioul de soute dans un navire, une fuite sur une canalisation de transfert d'une raffinerie occasionne un important épandage dans l'estuaire de la Loire. A 16h10, une personne sur une barge constate la présence d'hydrocarbures à la surface de l'eau et donne l'alerte. Vers 16h45, un rondier localise et isole la fuite située à environ 500 m en amont du lieu de détection. Le POI est déclenché à 17h et l'inspection des installations classées est prévenue. Un navire récupérateur est positionné à l'embouchure du fleuve et 2 chalutiers collectent les boulettes d'hydrocarbures dans l'estuaire.

Les interdictions d'accès du public à plusieurs plages et de pêche dans l'estuaire sont prises puis seront progressivement levées entre le 4 et le 18 avril. Plus de 750 personnes sont mobilisées pendant 3,5 mois pour le nettoyage de 90 km de berges souillées (6 170 t de déchets récupérées stockés sur site avant élimination). L'exploitant communique à la presse et annonce la prise en charge des dommages, des coûts de dépollution et l'indemnisation des professionnels touchés pour un montant d'environ 50 Meuros.

Les investigations révèlent que la fuite n'a été décelée qu'au bout de 5 heures permettant un déversement de 478 t de fioul dont 180 t rejoindront la Loire. L'examen de la canalisation montre une brèche longitudinale d'environ 16 cm² provoquée par une corrosion localisée sous calorifuge dont l'origine est liée à une fuite d'eau sur une tuyauterie située à la verticale. L'eau s'est infiltrée sous le calorifuge et a provoqué la corrosion puis la perforation de la canalisation de fioul. Malgré plusieurs anomalies décelées dans les mois précédents sur ce même rack, l'exploitant n'a pas revu son programme de contrôle pour prendre en compte les risques spécifiques présentés par cette ligne en regard de sa proximité avec les berges du fleuve. La ligne de fioul accidentée est arrêtée définitivement et les contrôles effectués sur l'ensemble du rack révéleront plusieurs points de corrosion sur d'autres lignes nécessitant des réparations.

Plusieurs actions et mesures complémentaires sont demandées à l'exploitant, dont :

- L'extension des contrôles à d'autres canalisations du site avec mesures d'épaisseur au niveau des points sensibles (supports, piquages,...) ;
- Le déplacement du tracé de la ligne d'eau de service pour éviter tout aplomb avec une tuyauterie calorifugée;
- Une surveillance permanente avec système de détection de fuite et report d'alarme en salle de contrôle pour les canalisations situées à proximité du fleuve ;
- La modification du terrain sous le rack afin de drainer tout écoulement accidentel vers un réseau de collecte adapté ;
- L'installation d'un dispositif comptabilisant les quantités de produits sortant d'un bac et celles réceptionnées en bout de la canalisation de transfert correspondante ;

Un renforcement des moyens d'intervention disponibles en cas de pollution accidentelle de l'estuaire de la Loire est envisagé.

     **ARIA 35146 - 06/09/2008 - 76 - NOTRE-DAME-DE-GRAVENCHON**

   *20.11 - Fabrication de gaz industriels*

Vers 13h25, un opérateur perçoit une forte odeur de gaz qu'il identifie comme étant du propylène et remarque la présence d'un brouillard au coeur du vapocraqueur sans pouvoir localiser précisément le point de fuite. Il rejoint la salle de commande et donne l'alerte. Les alarmes de détection de plusieurs explosimètres de la zone s'activent sur la console de sécurité. Le tableautiste appelle le service incendie à 13h28 et déclenche le POI à 13h33. Les opérateurs présents en extérieur sont évacués et les moyens d'arrosage sont progressivement déployés entre 13h28 et 14h20 afin de créer un écran d'eau autour du nuage de gaz et de refroidir les points d'ignition potentiels. L'inspection des installations classées est informée via le système d'alerte vers 14h30.

Vers 14h45, un jet gazeux vertical est repéré dans une nappe de tuyauteries à environ 8 m du sol. Vers 15h35, une brèche est localisée sur une canalisation de butane liquéfié en acier au carbone, de diamètre 4" (101,6 mm), de 500 m de longueur et fonctionnant sous une pression de 18 à 20 bar. A 15h40, la dépressurisation du contenu de la ligne vers le réseau de torche débute et peu avant 15h50, le circuit est isolé et la fuite réduite. Le POI est levé à 16 h. L'exploitant publie un communiqué de presse. La durée totale de la fuite est estimée à un peu moins de 2h30 et, selon l'exploitant, la concentration en gaz n'a atteint que 20 % de la LIE. Au moment de l'évènement, la ligne incriminée est remplie de gaz liquéfié mais isolée à ses extrémités par des vannes en position fermée. Le tube s'est rompu par expansion thermique du liquide à une pression inférieure à la pression

de tarage de la soupape installée sur la ligne (48 bar relatifs). Le fonctionnement du vapocraqueur est maintenu quelques jours jusqu'à la date programmée de son arrêt pour 6 semaines. L'examen de la tuyauterie en cause montre une ouverture sur la génératrice supérieure de forme longitudinale dite en "bouche de poisson" d'environ 50 mm de longueur sur 20 mm de largeur (diamètre équivalent de 30 mm environ) avec une forte perte d'épaisseur dans la zone de rupture. La tuyauterie, non calorifugée, présente en outre une corrosion généralisée externe sur toute la section.

La nappe contenant la tuyauterie défectueuse est surplombée par un autre rack dans lequel passe une canalisation d'éthylène réfrigérée. Une corrosion externe très localisée a été aggravée par les égouttures provenant de la glace fondante enrobant l'extérieur de la canalisation d'éthylène réfrigérée située au dessus de la conduite défectueuse.

Les investigations réalisées par l'inspection confirmeront le bon fonctionnement des capteurs de détection de gaz qui ont réagi progressivement entre 13h28 et 13h30, de celui situé au plus près du point de fuite à celui le plus éloigné. Sur le plan réglementaire, l'exploitant indique que la canalisation n'est pas soumise à requalification périodique mais uniquement à inspection périodique et que cette inspection était prévue en 2009. Une inspection visuelle du tronçon accidenté 14 mois avant n'avait pas détecté de trace de corrosion. Plusieurs accidents causés par la corrosion sous calorifugeage s'étant déjà produit sur le site, l'exploitant met en place un plan d'inspection adapté aux probabilités et aux conséquences de dégradation externe des canalisations:

- un contrôle de l'ensemble des tuyauteries contenant des produits inflammables, toxiques ou corrosif est mis en oeuvre (inspection visuelle additionnelle et contrôle non destructif)
- les pratiques d'inspection détaillées des tuyauteries sont renforcées, y compris de leurs structures (rack)
- la détection et le traitement rapide des agressions spécifiques affectant les équipements sont encouragés
- un processus d'assurance qualité revêtement est engagé (peinture, calorifuge, ignifuge, frigorifuge) pour assurer un standard minimum d'application

ARIA 35264 - 27/07/2008 - 39 - TAVAUX

20.13 - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

      Dans une usine de fabrication de matières plastiques, une tuyauterie d'injection d'azote se rompt au niveau d'un four de pyrolyse (pyrolyse du dichloréthane pour produire du chlorure de vinyle). Les opérateurs stoppent rapidement l'alimentation du four en dichloréthane, mais un bruit important persiste.

      Les vannes avals sont fermées et le sprinklage est déclenché, permettant ainsi la limitation de la fuite au contenu du four, soit après vidange de ce dernier, 2 062 kg de dichloréthane, 41 kg de CVM et 23 kg d'HCl. Les réseaux de détection d'ambiance n'ont détecté la fuite qu'en cours d'incident, lorsque le vent a changé de direction.

La rupture de la tuyauterie est due à une corrosion interne de la canalisation d'injection d'azote, conséquence probable d'une condensation acide à proximité de la paroi du four, en raison de l'absence de calorifuge. Cet incident remet en question les réseaux de détection d'ambiance qui sont inopérants sous certaines conditions de vent. Il remet également en cause le contrôle de l'épaisseur des canalisations par ultrasons.

ARIA 35293 - 16/10/2008 - 64 - LACQ

20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

      Une fuite de sulfure d'hydrogène (H2S) est détectée vers 16 h au niveau d'une passerelle quadricâbles par un employé sur une canalisation de transport (DN 50, pression 5 bar) dans une usine chimique. Dès réception de l'alerte, l'exploitant décomprime la canalisation, actionne les vannes de sectionnement automatiques et prévient les services de secours. Toutefois, le plan de surveillance et d'intervention (PSI) afférant à l'ouvrage n'est pas déclenché.

Une fois sur place, les pompiers mettent en oeuvre une lance incendie afin d'abattre les vapeurs de sulfure d'hydrogène, établissent un périmètre de sécurité et effectuent ensuite des mesures de concentration. Les concentrations mesurées ont été de 300 ppm au droit de la fuite, et de 50 ppm à 20m. Le service inspection du site chimique (SIR) se rend sur les lieux vers 16h30. L'isolement du tronçon incriminé est réalisé par la pose de platines et vers 18h30, un collier est posé pour colmater la canalisation. Un inertage à l'azote de l'ouvrage est réalisé vers 19 h. Le transporteur prévoit de soumettre un dossier de réparation à l'inspection des installations classées. A la suite de cet évènement, l'exploitant réalise un communiqué de presse d'information à chaud.

Aucune victime, ni incidence sur l'environnement ne sont à déplorer. Une corrosion externe par aération différentielle consécutive à la stagnation d'eau pluviale serait à l'origine de l'évènement. La zone de corrosion se situe à près de 20 cm après la sortie de terre de la canalisation, sur la génératrice inférieure, à la limite de l'arrêt du revêtement en brai de houille qui assure la protection passive de la canalisation dans sa partie enterrée.

A la suite d'une enquête menée par l'inspection des IC, il apparaît que l'usage d'un traitement anti-oxydant général de la canalisation avait été signalé à l'exploitant ainsi qu'un défaut de protection cathodique. Il est également noté des erreurs d'interprétation dans les clichés vis-à-vis de la société qui est intervenue pour réaliser un contrôle CND par radiographie. Enfin, la chute de pression dans la canalisation n'a pas déclenché les alarmes de sécurité tel que prévu dans l'étude de sécurité du site. L'inspection conclut ainsi que les moyens de détection se sont montrés inopérants compte tenu du faible débit de la fuite et que l'alerte a reposé uniquement sur la présence fortuite d'une personne.

En outre, le lieu de l'incident n'avait pas jusqu'alors été identifié par l'exploitant comme point singulier, et ne faisait donc pas l'objet d'actions de surveillance spécifiques (risques liés aux sorties de terre en zone inondable).

ARIA 36599 - 03/09/2003 - BELGIQUE - ANVERS

19.20 - Raffinage du pétrole

      Un feu se déclare à 20h15 sur une unité de distillation sous vide d'une raffinerie. Les secours internes et externes maîtrisent l'incendie en 1h30. Deux blessés légers sont à déplorer : un opérateur est brûlé au premier degré et un pompier souffre d'une entorse. Ils peuvent reprendre le travail le jour même. L'impact sur l'environnement est limité à un nuage de fumées noires non toxiques. Les dégâts matériels sont importants et l'arrêt de l'unité pour inspection et travaux est estimé à 3 mois.

Cet incendie résulte de la fuite enflammée de slop wax (résidu paraffineux) suite à l'ouverture sur environ 40 cm² (10cm*4cm) de la ligne de 3" de recycle de ce produit dans la charge de l'unité de distillation sous vide. Le slop wax soutiré de la colonne à 370°C, température supérieure à sa température d'auto-inflammation (220°C-300°C), s'est instantanément enflammé au contact de l'air.

Plusieurs causes sont conjointement à l'origine de cet accident. Tout d'abord, la présence de soufre dans le slop wax (0,7 – 1,4 % S) et le soutirage à 370°C ont généré une corrosion de type sulfureux haute température provoquant des pertes d'épaisseur de la canalisation de 1 à 2 mm. De plus, la partie de circuit incriminée a été ajoutée lors d'une modification réalisée en 1988 visant à injecter le slop wax dans la charge : elle a été réalisée avec de l'acier carbone 3", matériau qui n'était pas adapté aux conditions de températures et à la composition du produit. Enfin, la canalisation défaillante ne faisait pas partie du plan d'inspection « slop wax » mais de celui du circuit de charge qui est moins sujet à la corrosion. L'épaisseur de cette portion de circuit a donc été moins souvent contrôlée que celle du circuit « slop wax » l'a été depuis 1988. L'exploitant remarque par ailleurs qu'au cours de l'incendie 3 vannes motorisées d'isolement sur 7 n'ont pas fonctionné correctement et sont restées ouvertes ou partiellement ouvertes. De plus, certaines pompes électriques et turbines ne disposant pas de commande à distance n'ont pas pu être arrêtées dès le départ du feu.

Suite à cet accident l'exploitant revoit les programmes d'inspection, notamment pour les canalisations dont les températures de service sont supérieures aux températures d'auto-inflammation des produits. Il fait un audit et met à jour les plans d'inspections selon des critères plus rigoureux. Il s'assure que toutes les modifications antérieures ont été prises en compte dans les plans d'inspection et que les procédures de modifications considèrent la corrosion au niveau des zones de changement de spécification. Par ailleurs, il s'assure que les essais systématiques des alarmes et sécurités sont réalisés régulièrement et vérifie que les commandes d'arrêt des machines tournantes sont accessibles à distance. Enfin, il assure au personnel exploitant une formation suffisante et régulière sur les stratégies d'incidents.

 **ARIA 38140 - 15/02/2010 - 76 - GONFREVILLE-L'ORCHER**

20.14 - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

 Dans une usine chimique, une fuite d'hydrogène a lieu vers 1 h sur une canalisation de l'unité de vapocraquage, entre les installations d'hydrogénation C2 et C3. Le mélange gazeux transporté par cette conduite de 2" (30 bar, 40 °C) est composé de 95 % d'hydrogène, 4 % de méthane et de 1 % d'azote. La tuyauterie se situe dans un rack du secteur froid, à 6 m de hauteur. Les employés stoppent le vapocraqueur afin de réparer la canalisation ; ils isolent le secteur et les coupes C2 et C3 sont envoyées au réseau torche. La fuite est stoppée à 12 h et le vapocraqueur est arrêté pendant 24 h.

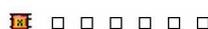
Un ruissellement dû à la condensation de vapeur d'eau est constaté sur une conduite froide située au-dessus de la tuyauterie percée. Ce goutte à goutte aurait fragilisé la canalisation, provoquant une corrosion et l'amincissement de la face supérieure. Le percement serait dû à un coup de pression lié au process. L'inspection des installations classées constate que la canalisation n'était pas protégée de la corrosion par une couche de peinture. Ce tronçon de tuyauterie, pourtant suivi par le service d'inspection reconnu (SIR) au titre des "points singuliers", avait été repeint en 1990 et vérifié en 2000 et 2007. Lors de cette dernière visite, il avait été noté que ce tronçon était inaccessible à cause de la couche de foisonnement formée par corrosion/érosion et n'a donc pas été contrôlé. Les investigations de 2007 n'ont donc pas permis de mesurer l'ampleur de la corrosion et aucune préconisation particulière n'a été émise pour remettre en état ce tronçon (a minima travaux de peinture). L'inspection des IC constate également lors de sa visite, des ruissellements sur les racks de tuyauterie de cette zone et une forte dégradation des peintures des tuyauteries, voire leur disparition.

ARIA 39526 - 15/07/2010 - 40 - TARTAS

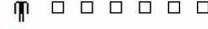
17.11 - Fabrication de pâte à papier

Dans une papeterie soumise à autorisation, une fuite survient sur une tuyauterie du réseau de vapeur. La procédure de mise à l'arrêt de la chaudière produisant la vapeur est enclenchée. La tuyauterie exploitée à 80 bars relie la sortie de la chaudière à un barillet de distribution. La fuite se situe en amont du barillet, au niveau de la soudure de raccordement d'un piquage de bypass d'une vanne. Le barillet est situé dans un local technique très peu fréquenté et le calorifuge de la tuyauterie contient la fuite. Celle-ci n'occasionne donc aucun danger vis-à-vis de la sécurité des personnes.

La tuyauterie est en acier allié de nuance 13CrMo4, de DN175 et a été dimensionnée pour une pression maximale admissible de 110 bars. Le piquage servant à équilibrer la pression en amont et aval d'une vanne a un diamètre de 60 mm. La fuite provient d'une fissuration par fatigue mécanique et thermique liée aux nombreux cycles de démarrage de la chaudière. L'exploitant procède à la réparation du piquage par le changement d'une manchette de 20 cm. Il modifie également sa procédure de démarrage afin de limiter les contraintes de dilatation au niveau du bypass ainsi que les coups de bélier, en prévoyant en particulier une ouverture très progressive du sectionnement de ce composant. Par ailleurs, la tuyauterie n'a pas été inspectée depuis sa mise en service en 1970. Aussi, l'exploitant met-il en oeuvre un programme de contrôles périodiques, conformément à la réglementation des équipements sous pression.

 **ARIA 39803 - 05/06/2010 - 77 - GRANDPUITS-BAILLY-CARROIS**

19.20 - Raffinage du pétrole

 Dans une raffinerie, un opérateur effectuant une ronde détecte vers 16h une fuite de pétrole brut au niveau d'une tuyauterie en nappe reliée à un bac de stockage de brut . L'exploitant met en place un platinage à 2m de la zone fuyarde et appelle une entreprise extérieure pour pomper le pétrole brut relâché dans les sols sur une surface de 200 m². Il évalue la durée de la fuite à 2h, la ronde du matin n'ayant rien détecté, et le volume relâché à 200 m³. Les terres polluées sont excavées manuellement puis envoyés pour élimination dans un centre de traitement agréé, alors que 15m3 de pétrole brut ont pu être pompés le jour de l'accident.

Une corrosion externe sur un coude de la tuyauterie venant de la soupape de déchargement de pression d'un bac de brut est à l'origine de cette fuite. La fuite a été alimentée par la pression hydrostatique du brut contenu dans le bac. Le coude se trouve semi-enterré dans un sol sablonneux en raison de l'érosion d'un talus proche. Les nappes aériennes des canalisations de la raffinerie n'ont pas été entretenues depuis de nombreuses années pour réduire les coûts, conduisant à l'enfouissement partielle de certains tronçons par affaissement progressif des sols. L'humidité du sol a vraisemblablement accéléré le phénomène de corrosion externe du coude fuyard. L'exploitant avait mis en place un plan de rénovation des nappes de canalisations depuis 3 ans (désensablement et vérification visuelle), mais il n'était pas terminé au niveau de la tuyauterie accidentée. Celle-ci n'était pas sous protection cathodique. L'inspection des IC demande à l'exploitant de terminer dans les plus brefs délais l'inspection des nappes aériennes ayant subi un affaissement de sol et de remplacer celles qui présenteraient un risque de fuite.

Échelle européenne des accidents industriels

Présentation graphique utilisée en France

Officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des États membres pour l'application de la directive Seveso, l'échelle européenne repose sur 18 paramètres destinés à caractériser objectivement les effets ou les conséquences des accidents. Chacun de ces 18 paramètres comprend 6 niveaux. Le niveau le plus élevé atteint par l'un des paramètres détermine l'indice de l'accident.

A la suite de difficultés apparues avec l'attribution d'un indice global recouvrant des conséquences de nature très différente selon les accidents, une présentation de l'échelle européenne selon quatre indices a été proposée. Après une large consultation achevée en 2003 des différentes catégories d'acteurs concernés, cette proposition a été retenue par le Conseil Supérieur des Installations Classées (CSIC). Elle regroupe les 18 paramètres de l'échelle européenne en quatre groupes homogènes d'effets ou de conséquences :

- 2 paramètres ont trait aux quantités de matières dangereuses impliquées,
- 7 paramètres portent sur les aspects humains et sociaux,
- 5 concernent les conséquences environnementales,
- 4 se rapportent aux aspects économiques.

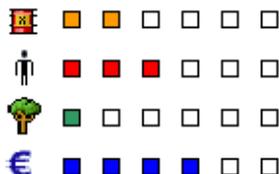
Cette présentation ne modifie ni les paramètres ni les règles de cotation de l'échelle européenne.

Présentation graphique :

La charte graphique retenue pour la présentation des 4 indices est la suivante :



Lorsque les indices ont déjà été explicités par ailleurs, une présentation simplifiée, ne mentionnant pas les libellés, peut être utilisée :



Paramètres de l'échelle européenne :

 Matières dangereuses relâchées		1	2	3	4	5	6
Q1	Quantité Q de substance effectivement perdue ou rejetée par rapport au seuil « Seveso » *	Q < 0,1 %	0,1 % ≤ Q < 1 %	1 % ≤ Q < 10 %	10 % ≤ Q < 100 %	De 1 à 10 fois le seuil	≥ 10 fois le seuil
Q2	Quantité Q de substance explosive ayant effectivement participé à l'explosion (équivalent TNT)	Q < 0,1 t	0,1 t ≤ Q < 1 t	1 t ≤ Q < 5 t	5 t ≤ Q < 50 t	50 t ≤ Q < 500 t	Q ≥ 500 t

* Utiliser les seuils hauts de la directive Seveso en vigueur. En cas d'accident impliquant plusieurs substances visées, le plus haut niveau atteint doit être retenu.

 Conséquences humaines et sociales		1 ■ □ □ □ □ □	2 ■ ■ □ □ □ □	3 ■ ■ ■ □ □ □	4 ■ ■ ■ ■ □ □	5 ■ ■ ■ ■ ■ □	6 ■ ■ ■ ■ ■ ■
H3	Nombre total de morts :	-	1	2 - 5	6 - 19	20 - 49	≥ 50
	dont - employés	-	1	2 - 5	6 - 19	20 - 49	≥ 50
	- sauveteurs extérieurs	-	-	1	2 - 5	6 - 19	≥ 20
	- personnes du Public	-	-	-	1	2 - 5	≥ 6
H4	Nombre total de blessés avec hospitalisation de durée ≥ 24 h :	1	2 - 5	6 - 19	20 - 49	50 - 199	≥ 200
	dont - employés	1	2 - 5	6 - 19	20 - 49	50 - 199	≥ 200
	- sauveteurs extérieurs	1	2 - 5	6 - 19	20 - 49	50 - 199	≥ 200
	- personnes du public	-	-	1 - 5	6 - 19	20 - 49	≥ 50
H5	Nombre total de blessés légers soignés sur place ou avec hospitalisation < 24 h :	1 - 5	6 - 19	20 - 49	50 - 199	200 - 999	≥ 1000
	dont - employés	1 - 5	6 - 19	20 - 49	50 - 199	200 - 999	≥ 1000
	- sauveteurs extérieurs	1 - 5	6 - 19	20 - 49	50 - 199	200 - 999	≥ 1000
	- personnes du public	-	1 - 5	6 - 19	20 - 49	50 - 199	≥ 200
H6	Nombre de tiers sans abris ou dans l'incapacité de travailler (bâtiments extérieurs et outil de travail endommagé...)	-	1 - 5	6 - 19	20 - 99	100 - 499	≥ 500
H7	Nombre N de riverains évacués ou confinés chez eux > 2 heures x nbre d'heures (personnes x nb d'heures)	-	N < 500	500 ≤ N < 5 000	5 000 ≤ N < 50 000	50 000 ≤ N < 500 000	N ≥ 500 000
H8	Nbre N de personnes privées d'eau potable, électricité, gaz, téléphone, transports publics plus de 2 heures x nb d'heures (personne x heure)	-	N < 1 000	1 000 ≤ N < 10 000	10 000 ≤ N < 100 000	100 000 ≤ N < 1 million	N ≥ 1 million
H9	Nombre N de personnes devant faire l'objet d'une surveillance médicale prolongée (≥ 3 mois après l'accident)	-	N < 10	10 ≤ N < 50	50 ≤ N < 200	200 ≤ N < 1 000	N ≥ 1 000

 Conséquences environnementales		1 ■ □ □ □ □ □	2 ■ ■ □ □ □ □	3 ■ ■ ■ □ □ □	4 ■ ■ ■ ■ □ □	5 ■ ■ ■ ■ ■ □	6 ■ ■ ■ ■ ■ ■
Env10	Quantité d'animaux sauvages tués, blessés ou rendus impropres à la consommation humaine (t)	$Q < 0,1$	$0,1 \leq Q < 1$	$1 \leq Q < 10$	$10 \leq Q < 50$	$50 \leq Q < 200$	$Q \geq 200$
Env11	Proportion P d'espèces animales ou végétales rares ou protégées détruites (ou éliminées par dommage au biotope) dans la zone accidentée	$P < 0,1 \%$	$0,1\% \leq P < 0,5\%$	$0,5\% \leq P < 2\%$	$2\% \leq P < 10\%$	$10\% \leq P < 50\%$	$P \geq 50\%$
Env12	Volume V d'eau polluée (en m ³) *	$V < 1000$	$1000 \leq V < 10\ 000$	$10\ 000 \leq V < 0.1\ \text{Million}$	$0.1\ \text{Million} \leq V < 1\ \text{Million}$	$1\ \text{Million} \leq V < 10\ \text{Millions}$	$V \geq 10\ \text{Millions}$
Env13	Surface S de sol ou de nappe d'eau souterraine nécessitant un nettoyage ou une décontamination spécifique (en ha)	$0,1 \leq S < 0,5$	$0,5 \leq S < 2$	$2 \leq S < 10$	$10 \leq S < 50$	$50 \leq S < 200$	$S \geq 200$
Env14	Longueur L de berge ou de voie d'eau nécessitant un nettoyage ou une décontamination spécifique (en km)	$0,1 \leq L < 0,5$	$0,5 \leq L < 2$	$2 \leq L < 10$	$10 \leq L < 50$	$50 \leq L < 200$	$L \geq 200$

* Le volume est donné par l'expression Q/C_{lim} où :

- ✓ Q est la quantité de substance rejetée,
- ✓ C_{lim} est la concentration maximale admissible de la substance dans le milieu concerné fixée par les directives européennes en vigueur.

 Conséquences économiques		1 ■ □ □ □ □ □	2 ■ ■ □ □ □ □	3 ■ ■ ■ □ □ □	4 ■ ■ ■ ■ □ □	5 ■ ■ ■ ■ ■ □	6 ■ ■ ■ ■ ■ ■
€15	Dommages matériels dans l'établissement (C exprimé en millions d'€ - Référence 93)	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$10 \leq C < 50$	$50 \leq C < 200$	$C \geq 200$
€16	Pertes de production de l'établissement (C exprimé en millions d'€ - Référence 93)	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$10 \leq C < 50$	$50 \leq C < 200$	$C \geq 200$
€17	Dommages aux propriétés ou pertes de production hors de l'établissement (C exprimé en millions d'€ - Référence 93)	-	$0,05 < C < 0,1$	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$C \geq 10$
€18	Coût des mesures de nettoyage, décontamination ou réhabilitation de l'environnement (exprimé en Millions d'€)	$0,01 \leq C < 0,05$	$0,05 \leq C < 0,2$	$0,2 \leq C < 1$	$1 \leq C < 5$	$5 \leq C < 20$	$C \geq 20$