# Accidentologie des installations de stockage et de dépotage d'ammoniac (2006)

Si souvent, l'analyse des risques liés à une activité consiste à imaginer les pires des scénarii pour en prévenir l'occurrence et en limiter les éventuelles conséquences, en ce qui concerne les installations de stockage d'ammoniac, le pire des scénarii s'est déjà produit :

- en mars 1989 à Jonova en Lituanie. La rupture d'un réservoir cryogénique de 10 000 t a engendré un nuage toxique de 400 km² et l'évacuation de 32 000 personnes. Le bilan humain, sans doute sous-évalué, fait état de 7 morts et 60 blessés.

- En octobre 1984 à Geismar aux Etats Unis. Un réservoir cryogénique de 15 000 t se déchire à la jonction entre la jupe et le toit du stockage mettant en contact 9 200 t de NH3 avec l'atmosphère.

En France, la fuite d'ammoniac la plus importante (27 t) a lieu à Mazingarbe en 1994 lors du dépotage d'un wagon. Les conséquences d'accidents sur ces installations peuvent donc être particulièrement graves (Potchefstroom, Dakar, Liévin...), c'est l'un des points évoqués dans cette synthèse établie en fonction des informations rassemblées à partir de 101 incidents ou accidents français et étrangers (respectivement 40 et 61 cas) recensés dans la base de données ARIA, survenus avant le 1er janvier 2006. Le présent document s'intéresse d'abord aux installations de stockage et de dépotage mettant en oeuvre de grandes quantités d'ammoniac industriel. Néanmoins d'autres cas impliquant des installations plus modestes seront mentionnés dans la mesure où ils sont porteurs d'enseignements transposables aux installations plus importantes.

Sur les 101 accidents pris en compte, 52 sont liés uniquement au stockage de l'ammoniac et 49 concernent les installations ou opérations de dépotage.

## *Les différents types d'accident*

Le tableau ci-après indique la typologie des 101 accidents étudiés.

| Typologie | Nbre de cas | % |
|---|---|---|
| Rejet dangereux | 97 | 96 |
| Explosion | 17 | 17 |
| Incendie | 8 | 8 |
| Effet domino | 5 | 5 |
| Presque accident | 3 | 3 |
| Autre | 1 | 1 |

Les rejets dangereux concernent la presque totalité des cas recensés, qu'il s'agisse de rejets directs (fuites, ruptures de capacité...) ou d'émissions accidentelles entraînées par d'autres phénomènes (explosion, incendie...)

Les 17 cas d' « explosion » recensés concernent soit :

- le « BLEVE » (chaud ou froid) de réservoirs. Ce phénomène résulte d'une suppression du stockage de gaz liquéfié due à un incendie (n° 5379, 5390, 5412), à un surremplissage (n° 3485 ' rupture d'une citerne routière à Dakar, n° 6959 ' rupture d'une bouteille de NH3 surremplie) ou à l'endommagement du réservoir par un projectile, un choc ou la corrosion (n°4988 ' rupture d'une citerne de transport à cause de corrosion sous tension).
- l'allumage de vapeurs d'ammoniac au contact d'un point chaud (installation électrique, chaudière, torche...(n° 5210, 5351...)) du fait de la présence d'hydrogène, ou du caractère inflammable et explosible d'une atmosphère confinée d'ammoniac, ce caractère étant renforcé en présence de certaines substances comme l'huile (abaissement de la LIE).

- le contact de produits incompatibles (n° 54 ' mélan ge acide nitrique / ammoniac).

Souvent, les « BLEVE » provoquent ou résultent d'effet domino (n° 5379, 5390, 5412). Ce type d'effet r egroupe par ailleurs les cas d'endommagement de la capacité d'ammoniac par des projectiles (n° 6268 ' un missile é jecté d'une explosion perce une brèche de 15 cm sur le stockage d'ammoniac sans provoquer de BLEVE) et les accidents sur

des stockages d'ammoniac ayant entraînés des dommages sur d'autres installations (n° 717 ' les vapeurs d'ammoniac émises par la rupture du stockage s'enflamment sur la torche, l'incendie se propage aux stockages d'engrais de l'usine).

Les "presque-accidents" recensés concernent la déformation, le déplacement ou l'endommagement des installations de stockage ou de dépotage d'ammoniac sans qu'aucune fuite n'en ait découlée (n° 2025 ' déplacement du réservoir de NH3 sous l'effet d'une contrainte, n° 24126 ' découverte de zones de corro sion sur un stockage lors d'un contrôle, n° 28851 ' mélange de produits sans conséquence sur les installations ou l'environnement, lors du dépotage).

Enfin, l'implosion d'un réservoir (n° 16078) est ré pertoriée sous la catégorie "Autre".

## Les conséquences

Les principales conséquences engendrées par les accidents français et étrangers recensés impliquant les installations de stockage et de dépotage d'ammoniac sont indiquées dans le tableau suivant.

De nombreux accidents impliquant le stockage et de dépotage d'ammoniac ont des conséquences importantes :

Alors que les accidents mortels représentent 7 % des 30 860 accidents survenus avant 2006 et recensés dans ARIA, ils concernent 19 % des accidents liés aux installations de stockage et de dépotage d'ammoniac. Ainsi, 19 accidents mortels (8 liés au stockage et 11 au dépotage) sont responsables de plus de 200 décès (n° 34 85 ' 129 morts à Dakar au Sénégal, n° 5348 ' 18 morts à Potc hefstroom en Afrique du Sud), essentiellement par brûlure ou intoxication. En France, 3 accidents mortels (n° 49 88 ' à Liévin, n° 5001 ' à Labastide d'Armagnac, n° 14861 - France) ont provoqué 7 décès, tous parmi les employés.

Les accidents impliquant l'ammoniac peuvent conduire à prendre des mesures d'évacuation ou de confinement des populations riveraines, parfois de très grande ampleur du fait de la formation de nuages toxiques importants (n° 717 ' 32 000 évacués à Jonova en Lituanie, n°54 50 ' 20 000 évacués à Incheon en Corée du Sud, n°62 68 ' 2 500 évacués à Port Neal aux Etats-Unis).

Aussi, les conséquences environnementales les plus fréquentes sont relatives à la pollution atmosphérique (56 % des cas). Toutefois, les pollutions des eaux engendrées par le déversement d'ammoniac ou le lessivage d'ammoniac émis à l'atmosphère, si elles sont plus rares, sont généralement plus graves. En effet, l'ammoniac sous forme non-ionisée (NH3 libre et non NH4+) est très toxique pour les organismes aquatiques (n° 221 90 ' le déversement de 29 m3 de NH3 pollue 30 km de rivière et tue plus de 100 000 poissons).

## Les circonstances et les causes des accidents

L'analyse des causes des accidents qui est l'un des principaux objectifs du retour d'expérience, est aussi l'un des paramètres les plus difficiles à appréhender en l'absence d'expertise détaillée. Par ailleurs, les limites entre les divers critères habituellement retenus pour classifier les causes d'un accident restent par essence fluctuantes d'un analyste à l'autre notamment concernant la distinction entre "défaillance matérielle" et "facteur humain et organisationnel".

Aussi, avons-nous choisi de lister les incidents survenus sur chaque élément ou organe de sécurité des installations de stockage et de dépotage d'ammoniac sous l'apparence de "défaillance matérielle" en ayant conscience que très souvent un élément humain ou organisationnel en est à l'origine ou y a contribué.

### les stockages d'ammoniac

3 types de stockage d'ammoniac peuvent être distingués : stockage cryogénique (- 33°C, pression atmosp hérique), stockage réfrigéré (~ 0°C, ~ 4 bar) et stockage sou s pression (~ 20°C, ~ 9 bar). Certaines défaillance s peuvent être communes aux différents types de stockage et d'autres sont spécifiques. Par ailleurs, les sources d'information ne mentionnent pas toujours le type de stockage concerné, aussi traiterons-nous l'ensemble de ces stockages dans un seul et même chapitre en précisant lorsqu'elles sont connues les caractéristiques des réservoirs et les défaillances survenues.

Le tableau ci-après indique les circonstances de fonctionnement de l'unité lors de la survenue des accidents.

| Circonstances | Nbre de cas | % (*) |
|---|---|---|
| Fonctionnement normal | 23 | 62 |
| Maintenance / test / mise en service / opération exceptionnelle | 14 | 38 |

* : sur 37 cas dont les circonstances sont connues

Sur les 14 événements survenus lors de circonstances particulières :

- 2 sont consécutifs à la mise en service d'équipement (n° 2025 – presque-accident lors du test de fonctionnement d'un nouveau réservoir, n° 5384 - rupture du réservoir de NH3, lors du démarrage d'une unité de production d'engrais),
- 7 se sont déroulés lors de travaux (n° 976 – une fuite lors de travaux intoxique une centaine de personnes, n° 9904 – ouverture involontaire d'une vanne, n°295 17 – un réservoir cryogénique se rompt lors de sa remise en service après travaux, n° 29687 – déchirure d'un fût sous pression utilisé comme stockage temporaire lors de travaux, n°31015 – 300 kg de NH3 sont rejetés à l'atmosphère du fait de la non-fermeture d'une vanne après une maintenance sur le poste de déchargement) ou de petites réparations (n° 5455, 25699),
- 5 sont survenus lors d'inspection ou lors d'épreuve de capacités (n° 16078 – implosion du réservoir suite à une dépression pendant les travaux d'inspection, n° 19529 – ouverture anormale d'une vanne de mise à l'atmosphère des inertes lors de la vidange d'une sphère, n° 28142 – émanations de NH3 issues de l'eau de dégazage d'une sphère incorrectement évacuée, n°28848 – rejet de NH3 à l'atmosphère lors de la vidange à l'eau d'une sphère suite à son non-désaccouplement avec une autre sphère en service, n° 28849 – une erreur de branchement lors de l'épreuve d'une sphère conduit au rejet de 300 kg de NH3).

Dans la plupart de ces cas, une anomalie d'organisation ou une défaillance humaine est à l'origine de l'accident, comme :

- la réparation non ou mal préparée d'une petite fuite entraînant la rupture d'une canalisation ou d'un raccord (n° 5455, 25699 – rupture d'un raccord du fait de l 'incompatibilité du matériau utilisé avec l'ammoniac),
- des travaux menés dans une zone exiguë conduisant à l'ouverture accidentelle d'une vanne (n° 9904),
- des procédures incomplètes ou inadaptées relatives à des opérations exceptionnelles ou le non-suivi de ces procédures à l'origine d'accidents lors des travaux d'inspection ou de contrôle (n° 28142, 28848, 28849, 29517, 31015).

En ce qui concerne les défaillances matérielles, intrinsèques ou en lien avec un facteur humain, différentes causes mises en évidence par l'analyse des accidents sont listées ci-après.

Les agressions externes sont à l'origine de 5 accidents recensés dans ARIA, qu'il s'agisse d'un choc (n° 14870, 6268) ou d'un incendie entraînant le BLEVE de la capacité (n° 5379, 5390, 5412).
La défaillance du supportage des stockages peut également être un facteur de risque. L'encrage des petits réservoirs sur une base solide (n° 2025) ou la stabilité du sol supportant les plus gros stockages (n° 29002 – inclinaison d'un stockage de 13 000 t liée à un séisme ?) est primordial. Le tassement différentiel du sol supportant les fortes charges peut être notamment dû à un séisme, une inondation par remontée de nappe phréatique ou rupture de canalisations d'eau de fort diamètre (cf. rupture d'un stockage de H2S04 de 20 000 t en suède, le 04/02/2005)...
Par ailleurs, différentes causes liées à la capacité elle-même peuvent être à l'origine d'accidents allant parfois jusqu'à la rupture complète du réservoir. On relève notamment les problèmes liés à la construction de la capacité et à la qualité du matériau utilisé (n° 5348 – rupture d'un réservoir sous pression de 50 t, n° 5421 – déchirure d'un stockage cryogénique de 15 000 t à la jonction entre la jupe et le toit du réservoir), à sa corrosion (n° 4988 – ouverture d'une citerne routière au niveau d'une soudure, la qualité de l'acier (T1) utilisé est en cause, n° 24126 – détection d'une corrosion sous une couche de peinture récente), ou à des phénomènes de fatigue (n° 538 4 – rupture du réservoir au démarrage d'une unité, n° 5 348) liés aux cycles de température ou de pression que le suivi de règles d'exploitation strictes peuvent limiter. Dans ces cas, les soudures sont les points faibles à contrôler minutieusement, surtout en cas de travaux de réparation (n° 5348 – La ligne de rupture du réservoir se situe autour d'une zone où 2 ans avant des défauts de laminage avaient subi des réparations par soudage).

Sur les équipements, barrières ou instruments de sécurité associés aux stockages, différents types de défaillance sont relevés dans l'accidentologie :

- Le dispositif de réfrigération est un facteur de sécurité essentiel des stockages cryogéniques ou réfrigérés. Sa défaillance provoque la montée en pression du réservoir qui se traduit au mieux par une émission

d'ammoniac à l'atmosphère via une soupape ou un disque de rupture (n° 4924 – 100 kg de NH3 relâchés via une soupape, n° 28774 – léger rejet à l'atmosphère), et au pire par la rupture du réservoir (n° 717 – brusque montée en pression de la phase gaz d'un réservoir cryogénique de 10 000 t due à l'introduction d'ammoniac à 10°C) lorsque la capacité des dispositifs de protection contre les surpressions est dépassée. Les causes citées dans l'accidentologie sont l'obstruction d'une boucle de refroidissement par un élément externe, en l'occurrence des mollusques (n°4924), les pannes successives des compresseurs de liquéfaction aboutissant à l'envoi dans le réservoir cryogénique d'ammoniac chaud (n°717) et l'arrêt automatique du groupe de réfrigération de la capacité par recirculation d'ammoniac du fait d'un sur-remplissage (n°28774).

- Les capteurs et alarmes de mesure de niveau doivent justement alerter précocement pour prévenir le risque de sur-remplissage, mais leur défaillance ou leur non prise en compte peuvent conduire à l'accident (n° 14880 – la rupture du réservoir basse pression provoque la mort de 2 personnes, n° 28774).
- Les vannes manuelles ou automatiques sont fréquemment à l'origine de fuite (n° 14861 – une fuite sur une vanne de purge provoque la mort d'une personne, n° 17547 – une fuite de 21 m3 de NH3 liquéfié intoxique 33 personnes) du fait d'erreurs lors de leur manipulation (n° 19529 – ouverture anormale d'une vanne lors de l'inertage d'une sphère) ou par perte d'étanchéité (n° 5455 – endommagement du joint, n° 24752 – défaillance due au gel).
- Les soupapes et disques de rupture, qui lorsqu'ils s'ouvrent à bon escient assurent leur fonction de sécurité consistant à prévenir l'éclatement de la capacité protégée (n° 28774 - léger rejet à l'atmosphère suite à une surpression dans un réservoir cryogénique), peuvent être à l'origine d'accident, à cause d'un défaut d'étanchéité (n° 454 – endommagement du joint, n° 25699 – fuite au niveau d'un raccord, n°10345 – endommagement de membrane dû aux contraintes météorologiques), d'un problème d'installation (n° 733 – un disque de rupture mal installé est à l'origine d'une émission à l'atmosphère de 2,4 t de NH3) ou de tarage. De plus, lorsqu'une soupape s'ouvre sans être collectée, le rejet induit peut être source d'accident du fait de l'explosibilité de l'ammoniac gazeux en milieu confiné (n° 5351 – explosion d'un nuage d'ammoniac au contact d'un appareil de chauffage au gaz dans un bâtiment). La mise en place de capteurs de pression et d'alarmes par exemple peut être un moyen, par l'engagement d'actions manuelles ou automatiques préventives, d'éviter l'ouverture trop fréquente de ces instruments de protection. Elle doit aussi permettre de détecter au plus vite une éventuelle fuite (n° 733 – la fuite de NH3 est détectée 1 05 min après la rupture du disque).
- Enfin, la cuvette de rétention équipant les installations de stockage pour limiter le déversement et l'évaporation d'ammoniac en cas de fuite n'assure pas toujours sa fonction de rétention de la phase liquide : elle peut déborder (n° 22190 – l'ammoniac issu de la rupture d'une canalisation déborde de la rétention et s'échappe dans le réseau d'eau pluviale), ne pas être étanche ou être détruite lors de la rupture du stockage (n° 717 – le NH3 rejeté forme une flaque qui se répand sur le site et s'évapore en plus de 12 h).

## Les causes des accidents lors de dépotage d'ammoniac

La base ARIA recense 49 accidents survenus avant 2006 sur les installations de dépotage. Beaucoup de causes d'accident relatives aux stockages d'ammoniac énoncées précédemment sont également présentes dans l'accidentologie des installations de dépotage. C'est notamment le cas pour les équipements et organes de sécurité des équipements sous pression : disques de rupture (n° 21018 – rejet à l'atmosphère de 10 kg de NH3), évents (n° 43 – la fuite d'ammoniac suite à la défaillance d'un évent est à l'origine de l'évacuation d'un millier de personnes), soupapes (n° 5378 – rupture d'une soupape sur une pompe lors du dépotage), joints d'étanchéité (n° 5209 – 3 personnes sont tuées suite à la rupture d'un joint lors du déchargement d'un chaland de NH3), vannes (n° 14877 - la fermeture automatique d'une vanne entraîne la rupture d'une canalisation, n° 27227 – l'ouverture d'une vanne manuelle sur une canalisation alors qu'une vanne automatique est fermée de l'autre côté provoque la montée en pression de la section de canalisation et l'ouverture d'une soupape)…

Des incidents ou accidents sur les citernes mobiles elles-même sont relativement fréquents à l'extérieur (accidents non répertoriés dans la liste accidents illustratifs car ils sont considérés dans la plupart des cas comme des accidents de transport) et à l'intérieur des usines (n° 3485 – une citerne sur-remplie, non raccordée aux installations de dépotage se rompt, sous l'effet de la pression, les 2 extrémités sont violemment projetées à plusieurs dizaines de mètres, n° 25690 – une légère fuite est détectée sur une citerne de NH3, mais faute de stockage disponible, le dépotage ne peut avoir lieu que 1,5 jours plus tard).
Mais le risque matériel le plus fréquent sur les installations de dépotage tient à la rupture de la connexion entre le réservoir mobile et l'unité de stockage. Cette connexion est réalisée selon les cas au moyen d'un flexible ou d'un bras rigide, ce dernier dispositif s'étant généralisé en France pour les installations les plus importantes. Les causes de rupture ou d'endommagement de flexible sont multiples :

- défaut de fabrication (n° 5011 – défaillance due à un défaut de vulcanisation du caoutchouc et à un mauvais positionnement de l'armature textile),
- flexible non réglementaire, périmé ou inadapté à l'ammoniac (n° 156 – rupture longitudinale du flexible, n° 5362 - la rupture d'un flexible GPL entraîne l'émission de 180 t de NH3),
- raccord de connexion fuyard ou inadapté (n° 156 – les flexibles et raccords présents sur le site ne répondent pas à des critères uniformes, n° 5391 – la rupture d'une connexion entraîne le rejet de 47 m3 de NH3),
- déplacement de la citerne mobile lors du dépotage (n° 5366 – une erreur d'aiguillage met en mouvement le wagon pendant le dépotage).

Mais souvent un défaut de contrôle, d'entretien ou de soin dans le remisage des flexibles est à l'origine de leur défaillance sans que l'origine de celle-ci ne soit clairement établie (n° 211 – fuite de 17 t, n° 5402 – fuite de 27 m3, n° 5425 – fuite de 40 t de NH3…)

En ce qui concerne les bras de dépotage rigides ou semi-rigides, les causes d'accident relevées dans l'accidentologie sont les suivantes :

- surpression due à la fermeture de vanne (n° 14877 – le fonctionnement d'un fusible ferme une vanne de sécurité tandis que la pompe de dépotage continue à fonctionner),
- défaillance d'un joint (n° 4995 – le joint de type caoutchouc n'a pas fait l'objet d'étude approfondie sur son comportement et sa tenue en présence de NH3, n° 6786 - joint sorti de sa gorge suite au graissage d'une rotule du bras de chargement, n° 24844),
- rupture due à un choc ou à un déplacement de la citerne mobile lors du dépotage (n° 5437 – un employé est mortellement brûlé par l'émission de 30 m3 de NH3),
- déconnexion du bras lors du dépotage (n° 6135 – déconnexion du bras de chargement suite au déclenchement intempestif de la sécurité anti-tamponnement),
- fuite due à la corrosion (n° 12297 – corrosion sous le revêtement de peinture et mettant à nu l'acier de la canalisation).

Lors d'incident pendant le dépotage, les clapets installés en fond de citernes ou au niveau des conduites (limiteur de débit) ou sur les bras de dépotage (clapet de déconnexion automatique) peuvent permettre d'en limiter les conséquences. Mais plusieurs accidents montrent que ces barrières peuvent être défaillantes (n° 156 – difficultés pour fermer le clapet hydraulique de fond de citerne, n° 211 – disfonctionnement du clapet limiteur de débit, n° 6135 – non-fermeture du clapet de fond par blocage du ridoir) et peuvent aussi être à l'origine de fuite (n° 6135 – fermeture partielle du clapet de déconnexion automatique bloqué par un boulon, n° 29885 – fuite entre le clapet interne et la vanne de fond d'un wagon accidenté 3 mois auparavant et remis en service).

Enfin, l'accidentologie montre que des défaillances matérielles sur les dispositifs de mise en pression des installations, que ce soit mécaniquement (n° 14 – fuite sur une pompe de dépotage, n° 5370 – rupture d'un compresseur lors du dépotage) ou par chauffage (n° 5401 – la défaillance du dispositif de chauffage servant à mettre les installations de dépotage en pression conduit au rejet de 40 t de NH3 en 25 min) peuvent être en cause.

Des problèmes typiques d'organisation ou des défaillances humaines sont également à l'origine d'accidents sur les installations de dépotage. Il s'agit notamment :

- du mélange de produits incompatible (n° 54 – explosion suite au mélange NH3 / acide nitrique, n° 28851 – perte d'exploitation suite au mélange NH3 / Chlorure de vinyle),
- du sur-remplissage des capacités de stockage pouvant entraîner leur débordement ou leur rupture(n° 5341 – mauvaise lecture des tables de jauge, n° 3485 – rupture du réservoir suite à son surremplissage "chronique"),
- d'erreurs de geste lors du raccordement du réservoir mobile aux installations de dépotage (n° 5001 – confusion entre vannes, n° 14878)
- de mauvaises manœuvre des trains, bateaux ou camions à proximité de la zone de dépotage (n° 14879 – un bateau rompt le pipeline de NH3 du quai, n° 15581 – un camion citerne d'ammoniac se couche dans la cour d'un dépôt, n° 21199 – un choc entre wagon provoque une fuite sur une canalisation de dépotage, n° 28730 – sortie de voie d'un wagon citerne dans une usine chimique),
- de mauvaise maîtrise du dégazage des réservoirs vidangés (n° 28142 – défaillance lors de l'évacuation des eaux de dégazage).

## *Les interventions en fonctionnement dégradé*

S'il n'est pas possible de garantir la sécurité totale des installations de stockage et de dépotage d'ammoniac, une bonne analyse des risques, l'organisation de l'exploitation, la gestion des phases transitoires et des travaux, la mises en place et la bonne diffusion de consignes, la formation et l'information des personnels doit permettre de réduire le risque d'accident. De plus, la mise en place de dispositif d'intervention et de secours efficaces ainsi que leur mise en pratique régulière par des exercices périodiques doivent permettre d'en limiter les conséquences.
Ainsi, est-il nécessaire pour les opérateurs d'être formés à la conduite des installations en mode dégradé (n°454 – le personnel d'astreinte ne parvient pas à fermer une vanne du fait de la méconnaissance de l'installation, n°733 – 3 tentatives sont nécessaires pour fermer une vanne, les intervenants éprouvent des difficultés pour ajuster les combinaisons de protection). Par ailleurs, une bonne ergonomie des installations doit faciliter la détection des incidents (alarme, mesure de pression, de température, détecteur d'ammoniac…) et la mise en sécurité des installations (accessibilité des vannes d'isolement, moyens d'intervention…) lors d'incident ou d'accident (n°5341 – l'inaccessibilité de la vanne d'isolement aggrave l'accident, n° 15582 – l'utilisation d'eau pulvérisée permet à l'opérateur de se frayer un chemin à travers le nuage d'ammoniac pour fermer les vannes d'isolement).

***

Les enseignements tirés des expériences passées, parfois douloureuses, peuvent utilement être transcrits dans des règles ou recommandations professionnelles. Ce fut par exemple le cas en 1969, lorsque après l'accident tragique de Liévin, l'utilisation sous pression des capacités soudées en acier T1 ayant contenu de l'ammoniac fut abandonnée.
Mais pour être efficace dans la réduction des risques, ce retour d'expérience ne doit pas uniquement être pris en compte pour les seules phases d'étude et de conception mais doit aussi concerner toutes les phases de la vie de l'unité, y compris l'exploitation, l'entretien, les modifications plus ou moins importantes, sans oublier les phases de transitions ou nécessitant des interventions de personnel extérieur. Ce travail demande en conséquence une appropriation spécifique du retour d'expérience par l'ensemble du personnel à tous les niveaux opérationnels, et par les intervenants externes.
L'amélioration de la prise en compte du facteur humain est essentielle pour la réduction des risques car l'expérience a montré que les mécanismes accidentels exploitaient les moindres failles de l'organisation humaines. L'enjeu, en ce qui concerne l'ammoniac, est sans doute de faire progresser cette idée auprès des "spécialistes" du secteur de la chimie mais également auprès des "utilisateurs" des secteurs agricole, agroalimentaire….