

Retour sur expériences industrielles

Depuis les tout débuts de l'histoire industrielle, les ingénieurs ont beaucoup œuvré sur les aspects techniques des accidents pour en réduire et la fréquence et les conséquences. Mais exploiter les enseignements de l'histoire, c'est aussi organiser le dialogue dans l'usine et communiquer avec la société dans son ensemble. Aussi, voilà deux décennies, ces ingénieurs ont-ils mis l'accent sur le difficile domaine de la gestion des organisations humaines. Il reste aujourd'hui à corriger le déficit de communication vis-à-vis de la société civile pour lui permettre d'acquérir une culture des risques technologiques auxquels elle est exposée et lui donner les moyens de participer à leur gestion... Le recul des accidents en dépend.

par Denis DUMONT, *ministère de l'Ecologie et du Développement durable, DPPRI/SEI/Barpi*

Des accidents industriels aussi anciens que l'industrie

L'évocation qui suit d'une dizaine d'accidents historiques extraits de la base de données Aria (Analyse recherche et information sur les accidents) est riche d'enseignements sur les réponses de la société au fil des siècles à un certain nombre de questions posées souvent dans l'urgence à l'occasion de crises ou de catastrophes industrielles.

➤ L'explosion de la poudrerie de Grenelle fait 1 000 morts à Paris le 31 août 1794. Le « rapport du 15 fructidor de l'an II de la République une et indivisible » devant la Convention concluait que les usines devaient être éloignées des habitations et qu'il y avait lieu de faire usage de procédés économiques en vies humaines. D'aucuns y voient le fondement du décret impérial de 1810 à l'origine de notre législation moderne relative aux installations classées qui repose sur les principes d'usage des meilleures techniques disponibles et du respect de la sensibilité du voisinage et de l'environnement.

➤ Le 21 septembre 1921, un tas de 4 500 tonnes de nitrate et sulfate d'ammonium explose sur une plate-forme chimique à Oppau en Allemagne. Cette catastrophe, survenue 80 années jour pour jour avant celle de Toulouse, a entraîné 561 morts et 1 900 blessés. Le dépôt de nitrate d'ammonium fabriqué sous forme de poudre s'enrochait sous l'effet de l'humidité et le stock était exploité à l'explosif pour fragmenter les matières. 20 000 tirs avaient déjà été réalisés avant l'accident. Une modification de la composition des produits a probablement favorisé l'explosion. Après cette catastrophe, les engrais à base de nitrate d'ammonium seront fabriqués en granulés.

➤ Le 4 janvier 1966, un nuage inflammable de propane s'allume sur la route départementale n° 4 longeant la raffinerie de Feyzin et conduit à l'explosion du parc de stockage de GPL avec des éclats métalliques projetés jusqu'à 800 mètres dont un de 48 tonnes à 325 mètres. Les enseignements de cet accident, à l'origine de 18 morts dont 11 pompiers, 84 blessés et 1 450 maisons endommagées, seront

tirés au plan technique sur la prévention des phénomènes de BLEVE (*Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*) mais aussi sur la modification des structures de l'Inspection des installations classées qui sera confiée quelques années plus tard à un service technique de l'Etat : les arrondissements minéralogiques, aujourd'hui devenus Drire (Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement).

➤ Le 1^{er} juin 1974 à Flixborough, une usine de synthèse de caprolactame - intermédiaire de la fabrication du nylon - explose. L'usine connaissait des difficultés économiques et devait continuer à produire après une fuite de cyclohexane sur l'un des 6 réacteurs. En l'absence de service d'ingénierie et de personnel d'encadrement, l'atelier réalise le *by-pass* du réacteur n° 5 selon un dessin à la craie à même le sol... Cette modification sans étude préalable provoque une explosion responsable de 28 morts, 89 blessés graves, 3 000 personnes évacuées et 378 millions de dollars de dégâts. Les enseignements tirés de l'analyse de l'accident sont à l'origine de profondes modifications de la réglementation au Royaume-Uni et en Europe.

➤ Le 10 juillet 1976 à proximité de Seveso dans la banlieue de Milan, des opérateurs partis en week-end laissent sans surveillance un réacteur de synthèse de 2-4-5 trichlorophénol alors que le cycle de fabrication n'est pas terminé. L'appareil monte en pression et, 7 heures plus tard, éjecte de la dioxine qui retombera sur plusieurs centaines d'hectares. Près d'un millier de personnes est évacué, des pathologies de type « chloracné » apparaissent et de nombreux avortements sont provoqués par crainte d'altérations génétiques. Cet accident est à l'origine de la directive européenne du 24 juin 1982 qui rend notamment obligatoire la réalisation, sous le contrôle des Etats membres, d'études de dangers avec description des conséquences des accidents possibles.

➤ Le 19 novembre 1984 le stockage de la compagnie gazière mexicaine explose. L'hypothèse retenue est celle d'une rupture de canalisation de gaz de 8 pouces de diamètre. Un nuage inflammable de 60 000 m³ se forme et s'allume sur la torche du site quelques minutes plus tard et

explose. Peu après une deuxième explosion correspondant au premier BLEVE est enregistrée sur le sismographe de la ville de Mexico. Le bilan humain est très lourd : 550 morts, 7 000 blessés, 39 000 sans abri et 200 000 personnes évacuées. Au bilan du retour d'expérience de cette catastrophe la possibilité de survenue d'un BLEVE quelques minutes après l'inflammation d'une fuite et aussi la prise en considération des conséquences des accidents possibles et donc la nécessité d'un éloignement suffisant des habitations.

➤ Le 3 décembre 1984 à Bhopal en Inde, le rejet accidentel de 41 tonnes de méthyle isocyanate entraîne la plus grave catastrophe chimique survenue avec 2 500 morts en 1984 et 16 000 en 1998, ainsi que près de 200 000 blessés dont de nombreux aveugles. L'usine fonctionnait dans des conditions difficiles ; elle n'était plus rentable et perdait plusieurs millions de dollars par an, son responsable de la sécurité avait démissionné et il n'y avait plus de dépense d'entretien. Lorsque la cuve de méthyle isocyanate est montée en pression aucun des trois systèmes de sécurité ne fonctionnait ; refroidissement hors service, absence « d'inertage » à l'azote et cuve de secours indisponible. Au-delà de l'absence de gestion des mesures de prévention à la source, il n'y avait ni éloignement suffisant des habitations, ni plan de secours, ni information préventive des populations.

➤ Le 9 novembre 1992, une explosion se produit à la raffinerie de La Mède après rupture d'une canalisation de 8 pouces transportant des coupes C3, C4 et naphta. L'incendie se développe sur 5 000 m² et nécessite 140 m³ d'émulseurs. On déplore 6 morts et 7 blessés. Le bilan matériel s'élève à plusieurs milliards de francs de dégâts. Les enseignements tirés portent sur la conception des salles de contrôle des unités et des réseaux de détection de gaz ainsi que sur la nécessité de mettre en œuvre des programmes de contrôle des canalisations de produits dangereux.

➤ Le 20 août 1997, l'explosion d'un silo céréalier de 37 000 tonnes à Blaye cause la mort de onze personnes



Explosion de la poudrerie de Grenelle (Paris), qui fait 1 000 morts le 31 août 1794. Source : Presse - Rapport Treillard 15 Fructidor An II (01/9/1794).

dont une qui pêchait à l'ombre du silo. Les dommages s'élèvent à plus de 160 MF. L'enquête conclut à une explosion de poussières similaire à celle de Metz en 1982, les points chauds résultant cette fois de frottements mécaniques ou d'auto échauffement dans le système de dépoussiérage.

➤ Le 21 septembre 2001 à 10 h 17, une explosion d'un stock de rebuts de nitrate d'ammonium à Toulouse entraîne 30 morts et des milliers de blessés dont des aveugles, des sourds et des mutilés ainsi que 26 000 logements endommagés et plus de 2 milliards d'euros de dégâts. Sans préjuger des conclusions de la justice sur cette catastrophe, plusieurs éléments de retour d'expérience ont déjà été exploités. En particulier : modification de certains seuils de la directive européenne Seveso, campagnes de contrôle des dépôts de nitrates d'ammonium, prise en considération du seuil d'effet de 20 mbar. La législation est modifiée avec l'instauration des comités locaux d'information et de concertation (Clic) pour définir une nouvelle gestion de l'es-

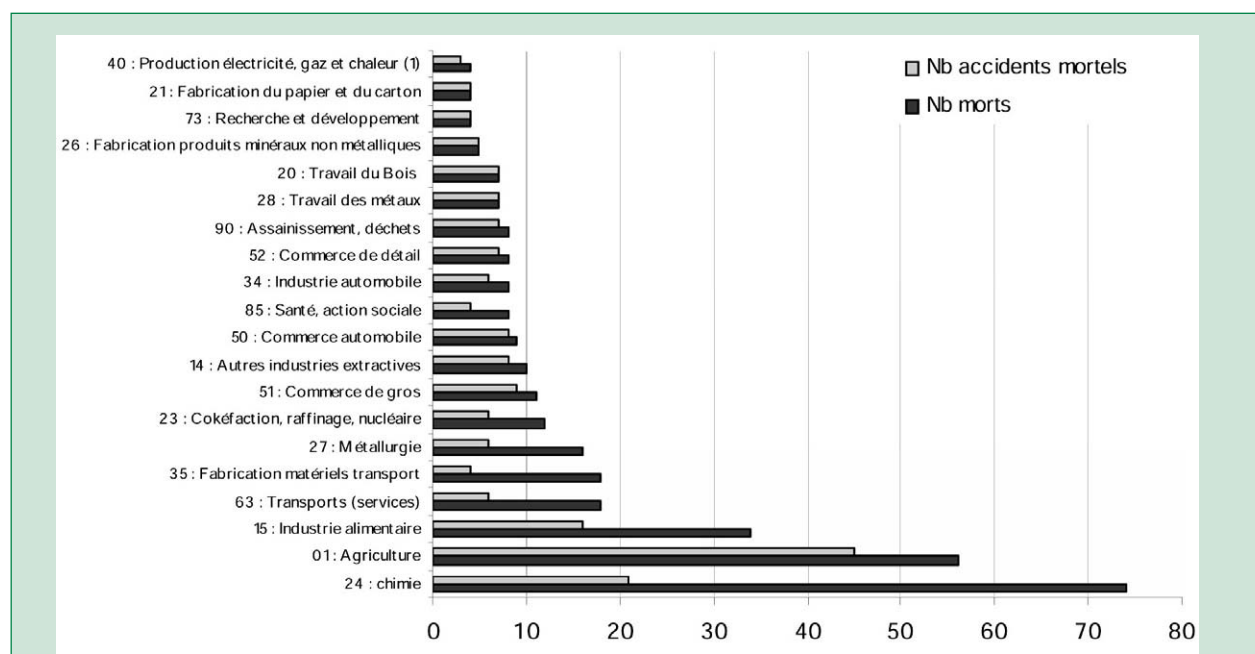


Figure 1. Accidents impliquant des installations classées ou susceptibles de l'être – période 1992-2005.

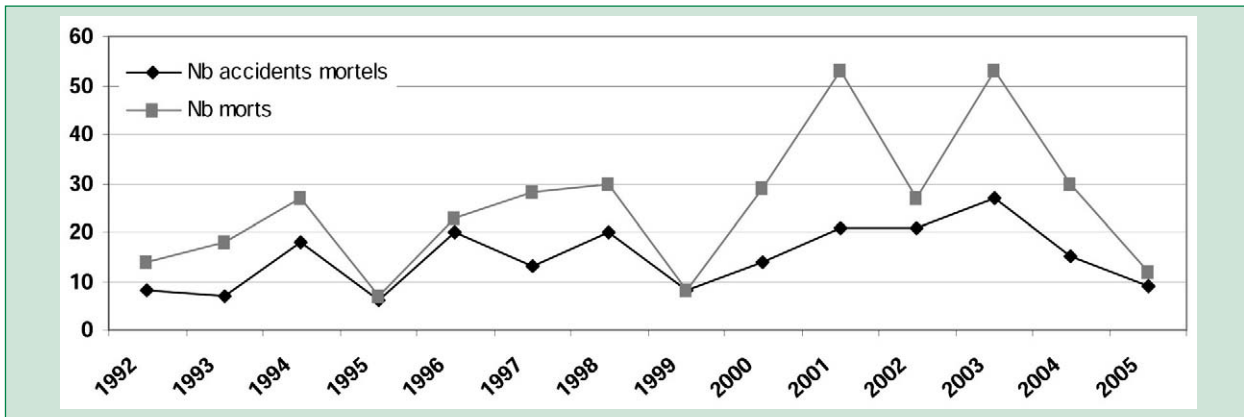


Figure 2. Accidents impliquant des installations classées ou susceptibles de l'être.

pace autour des installations dangereuses et réduire ainsi l'exposition des personnes.

➤ « L'épidémie » de légionellose dans la région de Lens a occasionné 18 victimes et 68 malades entre novembre 2003 et juin 2004. Elle montre que le risque technologique a de multiples visages ; en l'espèce la prolifération de bactéries pathogènes dans des lagunes et circuits de tours aérofrigorifères (TAR) est à l'origine d'une partie au moins des contaminations. Les enseignements de cet accident ont conduit à recenser, puis à classer les TAR dans la nomenclature des installations classées et à exiger des mesures de prévention dont des analyses fréquentes à effectuer sur les circuits en fonctionnement, été comme hiver.

L'évolution de l'accidentologie en France depuis 1992

Pour s'en tenir aux accidents mortels impliquant des installations classées ou susceptibles de l'être, 207 événements et 359 victimes ont été recensés depuis 1992 dans la base de données Aria du ministère de l'Ecologie et du Développement durable.

La figure 1 indique pour les principales activités concernées le nombre d'accidents mortels et de victimes pour la période 1992/2005. Les courbes de la figure 2 présentent les évolutions annuelles. Les nombres très élevés des victimes enregistrées en 2000, 2001, 2003 et 2004 s'expliquent principalement par la survenue de quelques accidents particulièrement meurtriers évoqués dans les paragraphes suivants.

En ce qui concerne l'industrie chimique, 21 accidents mortels et 74 victimes ont été enregistrés. A elles seules, la catastrophe du 21 septembre 2001 à Toulouse (31), l'explosion d'une usine d'explosifs à Billy-Berclau (62) et l'épidémie de légionellose de la région de Lens (62) sont à l'origine de 52 morts.

Le secteur agricole est impliqué dans 45 accidents mortels avec 56 morts enregistrés au cours des 14 dernières années : incendies dans 31 cas, mais aussi chutes ou ensevelissement de personnes (fosses à lisiers, silos), asphyxies ou intoxications (monoxyde ou dioxyde de carbone, hydrogène sulfuré...) et effondrements de structures.

L'industrie alimentaire est concernée par 16 accidents mortels et 34 victimes pour la période 1992-2005. En avril

2000, à la suite d'abondantes précipitations, un éboulement de flanc de colline évalué à 400 000 m³ de terre détruit une usine de produits laitiers située à Remire-Montjoly (973). Cet accident provoque la mort de 10 employés. En septembre 2003, 3 salariés d'une cidrerie périssent asphyxiés à Briouze (61).

Le bilan détaillé de l'ensemble des accidents français enregistrés dans Aria depuis 1992 est disponible sur www.aria.ecologie.gouv.fr

Malgré l'amélioration des méthodes d'analyse des risques, les progrès techniques et l'introduction progressive de systèmes formalisés de gestion de la sécurité, les courbes des accidents mortels et des victimes ne semblent pas avoir évolué dans le bon sens. La période 2001 à 2005 a enregistré davantage de victimes (175) que celle de 1996 à 2000 (118). Si l'année 2005 est, *a contrario*, l'une des moins meurtrières, il est sans doute prématuré de diagnostiquer une inflexion durable plutôt qu'un effet stochastique.

Ces évolutions intègrent de nombreux paramètres qui restent difficiles à analyser. Parmi eux, figure d'abord le taux d'enregistrement dans la base Aria qui ne recouvre pas exactement les accidents survenus. Ce taux s'améliore au fil du temps en raison de la fiabilité des sources d'information, de l'attention des acteurs de la gestion des risques et de l'intérêt croissant de l'opinion publique. Cette amélioration vaut surtout pour les événements aux conséquences moindres. Il est cependant peu probable qu'elle puisse affecter notablement les accidents mortels enregistrés après 1993. On ne peut toutefois exclure que certains décès de légionellose liés à d'éventuels dysfonctionnements d'installations classées n'aient pu être comptabilisés à défaut d'avoir été détectés comme tels.

Des éléments de contexte

Il convient de prendre en considération les variations de l'indice de production industrielle qui s'est accru d'environ 20 % depuis 1994 (cf. *SESSI du ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie*).

D'autres éléments de contexte interviennent aussi dans ces évolutions :

- ✓ la taille, la complexité des unités et les quantités de matières dangereuses en jeu ;



Le 20 août 1997, l'explosion d'un silo céréalier de 37 000 tonnes à Blaye (Gironde) cause la mort de onze personnes dont une qui pêchait à l'ombre du silo. Source : SDIS.

- ✓ le développement de l'automatisation et des systèmes informatiques qui influe sur la représentation de l'état et du fonctionnement des installations ;
- ✓ la maintenance et les décisions de modernisation ou d'arrêt de structures industrielles qui influent sur le vieillissement des installations ;
- ✓ la qualification, la formation et l'importance des effectifs des services de production, d'entretien, de sécurité ou d'étude ;
- ✓ le recours à des entreprises extérieures pour réduire les coûts, ajuster la production, réaliser des études et travaux requérant des compétences particulières ou soustraire des opérations dangereuses ;
- ✓ et la conjoncture économique qui contraint ou favorise la démarche de prévention des risques.

Le dispositif réglementaire lié à la mise en application de la directive Seveso II insiste aussi sur l'implication de la hiérarchie dans la gestion de la sécurité, sur la logique d'amélioration continue tirée de l'étude de chaque incident, ainsi que sur la connaissance des accidents survenus et la prise en compte des enseignements tirés de leur analyse.

Près de 30 % des accidents mortels se sont produits en circonstances de travaux dans des installations classées ou susceptibles de l'être. La problématique du « facteur organisationnel et humain » est dominante dans 90 % des accidents mortels dont les causes sont connues ou suspectées.

Des perspectives...

Les leçons acquises à la lumière d'expériences parfois douloureuses pourraient utilement être transcrites dans des règles ou recommandations professionnelles, à l'instar de celles périodiquement actualisées par Eurochlor pour la mise en œuvre et le transport du chlore, celles diffusées en 1996 par l'Union des industries chimiques (UIC) pour la chimie fine ou celles établies en 2003 par la Fédération française des coopératives agricoles de collecte d'approvisionnement et de transformation (FFCAT) pour les silos céréaliers.

Mais, pour réduire l'occurrence des accidents ou en atténuer les conséquences, encore faut-il intégrer ce retour d'expérience dès l'étude des procédés, puis à la conception, la

réalisation, l'exploitation et l'entretien des installations, sans omettre les modifications, la gestion des étapes transitoires et des opérations faisant appel à des intervenants externes.

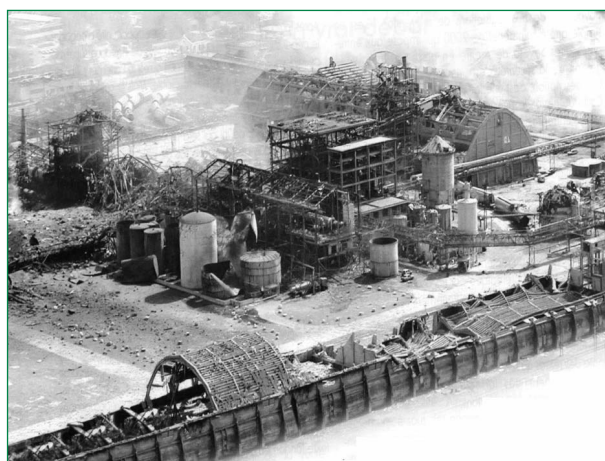
A l'évidence les phases de travaux sur les installations méritent une attention accrue tant pour l'analyse des risques correspondants que pour le suivi du déroulement de l'intervention sur le terrain et la remise en service des parties d'installations concernées. Cette démarche d'appropriation et d'exploitation du retour d'expérience par les opérateurs nécessite souvent des mesures d'adaptation au contexte spécifique de chaque entreprise ; elle suppose également la formation et l'information des personnels à chaque niveau concerné.

L'histoire n'a-t-elle pas montré que, tout au long de la vie des unités, des mécanismes accidentels souvent peu originaux pouvaient exploiter les moindres failles de l'organisation humaine ?

Les générations face aux accidents

Au fil du temps, les accidents apportent leur lot de victimes et de détresse humaine, mais aussi de conséquences plus ou moins déstabilisantes pour le fonctionnement de la société. L'industrie et les pouvoirs publics, chacun dans leur domaine, gèrent ces crises avec plus ou moins d'efficacité, mais toujours avec difficulté. Dans un second temps, ils réagissent avec des mesures correctives dont l'ensemble de la société espère qu'elles permettront d'éviter le renouvellement de l'accident majeur. Le retour d'expérience est alors souvent associé à l'adoption de nouvelles lois ou de règles complémentaires.

La confiance de la société dans les possibilités de la « science » et des techniques, dont elle bénéficie largement au quotidien, a historiquement orienté les enseignements des accidents d'abord sur des aspects techniques. Mais les règles techniques ne sont pas parvenues à réduire suffisamment la fréquence des accidents. Il y a plus d'une vingtaine d'années, le constat de l'importance des dérives



Le 21 septembre 2001 à 10h17, une explosion d'un stock de rebuts de nitrate d'ammonium à Toulouse (Haute-Garonne) entraîne 30 morts et des milliers de blessés, dont des aveugles, des sourds et des mutilés ainsi que 26 000 logements endommagés et plus de 2 milliards d'euros de dégâts. Source : SDIS.

humaines dans l'exploitation d'installations industrielles a ainsi conduit à mettre l'accent sur la gestion de la sécurité et sur la maîtrise du « facteur organisationnel et humain » pour essayer d'améliorer la sécurité. Malgré les difficultés, cette orientation mérite aujourd'hui d'être encore plus largement développée pour réduire les probabilités de défaillances des systèmes dangereux. Les démarches de vérification, d'audit, d'inspection et de contrôle doivent y contribuer.

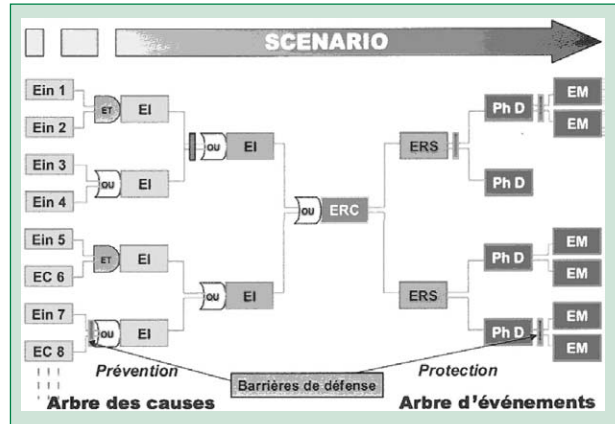
Si les mesures techniques et organisationnelles sont nécessaires, elles se révèlent toujours insuffisantes vis-à-vis des exigences de notre société lorsque l'accident survient. Aussi paraît-il hautement souhaitable, à ce stade, de faire un effort significatif de communication dans deux directions : la première dans l'entreprise pour améliorer sa gestion des risques et la seconde vis-à-vis de la société civile pour mettre à sa disposition les éléments lui permettant, en dehors des périodes de crise, de se forger une opinion sur les réalités et les difficultés de la prévention des risques technologiques.

Des petites défaillances...

Ainsi, l'alimentation du processus d'amélioration continue de la sécurité suppose, au sein même de l'entreprise, une véritable communication entre les acteurs sur le terrain. Reposant sur l'enregistrement et l'analyse des défaillances élémentaires, ce processus doit déboucher sur l'optimisation de parades techniques et organisationnelles et le suivi de leur efficacité dans la durée. Constatant que les accidents résultent le plus souvent d'accumulation de telles défaillances, l'idée sous-jacente est d'en résorber autant que possible la majeure partie avant que leur combinaison ne conduise à l'accident. Un tel processus implique un engagement sans faille de la direction et une concertation étroite entre encadrement, opérateurs et sous-traitants.

Le risque toujours présent...

Sans évoquer ici les questions de malveillance, il est clair que la mise en œuvre de mesures appropriées, aussi efficaces soient-elles, ne peut que réduire la fréquence des accidents et la gravité de leurs conséquences, sans éradiquer le risque. En effet l'exploitation de procédés dangereux s'accompagne inéluctablement de la possibilité d'accidents en raison des limites mêmes des techniques, des hommes et de leurs organisations. Si ces limites doivent encore être repoussées pour faire reculer les accidents, elles ne pourront jamais être totalement éliminées. En effet, le risque résiduel se caractérise toujours par une première dimension liée aux potentiels d'énergie ou de toxicité présents dans les installations et une seconde relative à la perception en temps utile par les opérateurs de la situation réelle des installations par rapport aux mécanismes de libération de ces potentiels. Cette dernière dimension trouve sa principale origine dans l'insuffisance des organisations humaines vis-



à-vis de l'objectif de maîtrise permanente de la complexité des procédés mis en jeu.

Tout ceci souligne, s'il en était besoin, l'intérêt de faire, chaque fois que possible, usage de procédés peu complexes et à « faible potentiel de dangers ». A défaut de tels procédés viables sur le plan technique et économique, les acteurs de la gestion des risques sont condamnés à exercer un métier difficile ; ils doivent maintenir, sans répit, une vigilance sur les systèmes et organisations mis en place. Il leur faut aussi rester conscients que l'ampleur des efforts réalisés pour réduire la probabilité d'accident à un niveau extrêmement faible ne permet pas d'écarter le risque, ni de différer l'occurrence éventuelle de l'accident, ni même d'apporter temporairement la tranquillité d'esprit.

et l'opinion de la société

Aussi compétents soient-ils, ces acteurs ne peuvent faire l'économie d'un devoir de transparence vis-à-vis de l'ensemble de la société sur la réalité du risque résiduel. Au-delà de la maîtrise des aspects technico-économiques et du management, une réelle détermination s'impose pour communiquer simplement aux relais d'opinions (médias, élus, associations, riverains...) des informations positives, mais aussi négatives sur la gestion des risques. Les incidents notables ou perçus de l'extérieur fournissent l'occasion d'échanges dans un contexte moins sévère et plus efficace que celui de l'accident, en particulier si l'exploitant décide de révéler les faits sans y être contraint. Il peut ainsi faire connaître défaillances enregistrées et mesures correctives prévues ou adoptées. A défaut, les observateurs non initiés se feront leur opinion sur des bases plus subjectives et n'auront probablement d'autre occasion d'entendre parler de gestion locale de risques qu'en cas d'accident, voire de catastrophe.

Depuis l'origine de l'histoire industrielle, les ingénieurs ont beaucoup œuvré sur les aspects techniques. Voilà deux décennies, ils ont entrepris une action dans le difficile domaine de la gestion des organisations humaines. Il reste aujourd'hui à prendre davantage conscience des déficits de communication vis-à-vis de la société civile pour qu'elle puisse acquérir une culture des risques technologiques auxquels elle est exposée et participer à leur gestion.